

ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

Nr. 48.

Wien, Freitag, den 1. Dezember 1905.

LVII. Jahrgang.

Alle Rechte vorbehalten.

Beitrag zur Lehre von der Berechnung der Bogenweichen und Geleisverbindungen.

Einleitung.

Die bei der Bildung der Geleisanlagen aus Geraden und Kreisbögen sich ergebenden mannigfaltigen Aufgaben lassen sich mit Vorteil auf eine kleine Gruppe übersichtlicher Formeln zurückführen. Hierauf hat als Erster v. Emperger im Jahrgang 1889 dieser „Zeitschrift“ hingewiesen.

Die nachfolgende Entwicklung geht von demselben Grundgedanken wie die Empergersche aus, wird aber das Problem etwas allgemeiner und dann auch vollständiger erfassen.

Da hinsichtlich seiner Verbindung mit den nach beiden Seiten anschließenden Linienzügen ein Kreisbogen durch seine Endtangenten ersetzt werden kann und andererseits durch deren Festlegung vollständig bestimmt wird, so suchen wir eine analytisch-geometrische Beziehung herzustellen, zwischen den die Lage zweier solcher Kreistangenten und des zugehörigen Kreismittelpunktes bestimmenden Stücken.

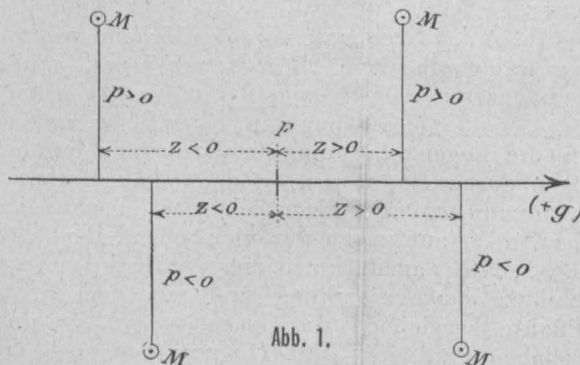


Abb. 1.

Von der zweckmäßigen Wahl dieser geometrischen Bestimmungsstücke hängt der Grad der zu erreichenden Durchsichtigkeit unserer rechnerischen Entwicklungen ab. Wir wählen: den Schnittwinkel der beiden Tangenten, die Lage der Berührungspunkte auf ihnen und die Lage des Kreismittelpunktes den Tangenten gegenüber und setzen dabei unter Hinweis auf Abb. 1 und 2 ein für allemal folgendes fest:

Auf einer jeden Berührungsgerade (g_1, g_2) wird ein bestimmter Sinn als der „positive“ bezeichnet, die Winkelgrößen (Ψ) sollen zwischen den positiven Richtungen der beiden Geraden gemessen und als positiv gezählt werden, wenn sie einer Drehung im Gegensinne des Uhrzeigers entsprechen, wobei als Grenzen der auftretenden Winkel 0 und $\pm \pi$ gelten.

Die Lage des Kreismittelpunktes endlich soll durch die Länge der von ihm auf die Tangenten gefällten Lote (p_1, p_2) und der Abstände ihrer Fußpunkte (z_1, z_2) von je einem beliebig angenommenen festen Punkte (F_1, F_2) bestimmt werden. Dabei soll die Größe des lotrechten Abstandes eines Punktes von einer Geraden dann als positiv gerechnet werden, wenn ein sich um den Punkt im Gegensinne des Uhrzeigers drehender Strahl die Gerade nach ihrer positiven Richtung überstreicht. Die Stücke p und z nennen wir im folgenden der Kürze halber die Koordinaten des betreffenden Punktes, und unsere nächste Aufgabe ist es nun, die Beziehungen nachzuweisen, die zwischen den auf zwei feste oder veränderliche Gerade bezogenen Koordinaten zweier Punkte im allgemeinen bestehen müssen, und im besonderen hernach auch dann, wenn der eine der beiden Punkte Mittelpunkt eines die beiden Geraden berührenden Kreises sein soll.

naten des betreffenden Punktes, und unsere nächste Aufgabe ist es nun, die Beziehungen nachzuweisen, die zwischen den auf zwei feste oder veränderliche Gerade bezogenen Koordinaten zweier Punkte im allgemeinen bestehen müssen, und im besonderen hernach auch dann, wenn der eine der beiden Punkte Mittelpunkt eines die beiden Geraden berührenden Kreises sein soll.

Wir betrachten Abb. 2, in der wir der Einfachheit zuliebe die Festpunkte F mit den Fußpunkten der Normalen des einen der beiden betrachteten Punkte C , den wir „Bezugspunkt“ nennen wollen, zusammengelegt haben. Ziehen wir durch den Punkt M die Parallelen g'_1, g'_2 zu g_1 und g_2 und durch den Schnitt von g'_1 mit dem Lote p_{1c} die Geraden w_1 und w_2 gleichlaufend mit der „inneren“, bzw. „äußeren“ Halbierenden des Winkels Ψ , so entstehen zwei (in der Abbildung schraffierte) rechtwinklige Dreiecke, von

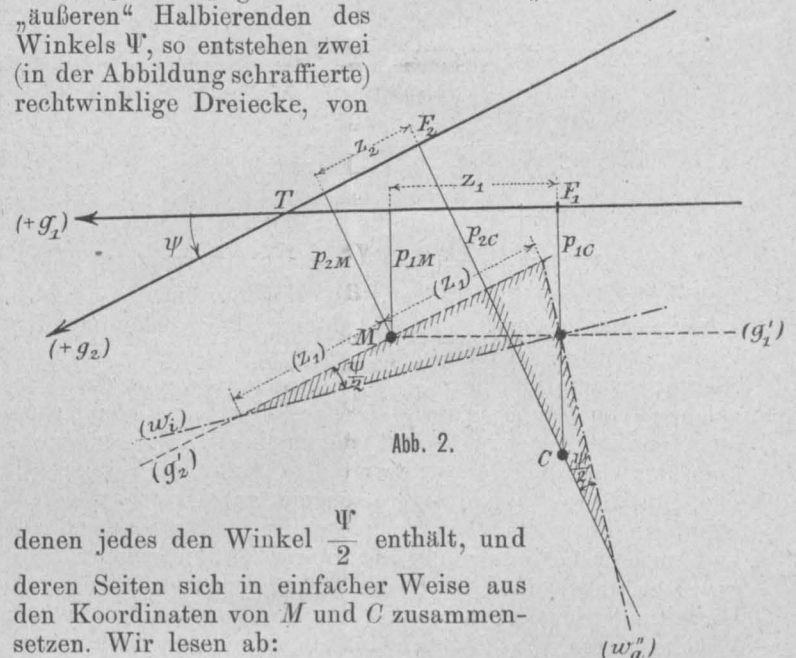


Abb. 2.

denen jedes den Winkel $\frac{\Psi}{2}$ enthält, und deren Seiten sich in einfacher Weise aus den Koordinaten von M und C zusammensetzen. Wir lesen ab:

$$\left. \begin{aligned} a) \quad \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} &= \frac{(p_{2c} - p_{2M}) - (p_{1c} - p_{1M})}{z_1 + z_2} \\ b) \quad \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} &= \frac{z_1 - z_2}{(p_{2c} - p_{2M}) + (p_{1c} - p_{1M})} \end{aligned} \right\} \quad 1)$$

und durch Vereinigung von 1a) und 1b) entsteht:

$$z_1^2 - z_2^2 - (p_{2c} - p_{2M})^2 + (p_{1c} - p_{1M})^2 = 0 \quad 2)$$

Um nun die weitere Bedingung zu erfüllen, daß sich um M als Mittelpunkt ein Kreis berührend an (g_1) und (g_2) legen lasse, haben wir zu setzen:

$$p_{1M} = \pm p_{2M} = \rho \text{ (Radius)} \quad 3)$$

und erhalten durch Einführung dieser Bedingung in 1) und 2), je nachdem wir das obere oder das untere Zeichen gelten lassen, und indem wir gleichzeitig den nun entbehrlichen Index „C“ streichen:

$$\begin{aligned} &\text{für } p_{1M} = p_{2M} = \rho \quad \text{für } p_{1M} = -p_{2M} = \rho \\ &z_1^2 - z_2^2 - (p_2 - \rho)^2 + (p_1 - \rho)^2 = 0, \quad z_1^2 - z_2^2 - (p_2 + \rho)^2 + (p_1 - \rho)^2 = 0 \\ &\text{oder} \\ &\rho = \frac{p_2^2 - p_1^2 + z_2^2 - z_1^2}{2(p_2 - p_1)} \quad 4'), \quad \rho = \frac{p_1^2 - p_2^2 + z_1^2 - z_2^2}{2(p_1 + p_2)} \quad 4''), \\ &\operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} = \frac{p_2 - p_1}{z_2 + z_1} \quad 5'), \quad \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} = \frac{z_1 - z_2}{p_1 + p_2} \quad 5''). \end{aligned}$$

Die meisten praktisch vorkommenden Aufgaben können allein mit Hilfe der links stehenden Formelreihe bewältigt werden, doch ist auch die Kenntnis der rechts stehenden Gleichungen wichtig, z. B. bei der analytischen Behandlung der Aufgabe: „einen Kreis berührend an zwei Kreise oder an einen Kreis und eine Gerade zu legen“. Wir beschränken uns hier darauf, die Formeln 4') und 5') näher zu betrachten, und wir setzen sie in verschiedener Entwicklungsform und vermehrt um die zur Bestimmung der Tangentenlänge „t“ dienende Gleichung $t = \rho \cdot \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2}$ nochmals hierher:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{p_2^2 - p_1^2 + z_2^2 - z_1^2}{2(p_2 - p_1)} = \frac{p_2 + p_1}{2} + \frac{z_2^2 - z_1^2}{2(p_2 - p_1)} \\ &= \frac{p_2 + p_1}{2} + \frac{z_2 - z_1}{2 \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2}} \quad 5), \\ \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} &= \frac{p_2 - p_1}{z_2 + z_1} \quad 6), \\ t &= \rho \cdot \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} = \frac{z_2 - z_1}{2} + \frac{p_2^2 - p_1^2}{2(z_2 + z_1)} = \frac{z_2 - z_1}{2} + \frac{p_2 + p_1}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} \quad 7). \end{aligned}$$

Das sind unsere eingangs angesagten Grundformeln. Bei ihrer Anwendung haben wir, um das nochmals hervorzuheben, folgendes zu beachten: alle vorkommenden Größen sind als analytische Werte mit Vorzeichen einzuführen; da wir in 3) $\rho = +p_{1M}$ setzten, so gibt das Vorzeichen von ρ stets Aufschluß über die Lage des Kreismittelpunktes M und damit des ganzen Kreises gegenüber der Geraden (g_1), während der Wert des Winkels Ψ den Umfahrungssinn des Kreisbogens anzeigt. Wir gehen nun dazu über, die oben behauptete vielseitige Anwendbarkeit unserer Grundformeln an einigen Anwendungen nachzuweisen, und wählen hierzu die Aufgabe der gesetzmäßigen Herleitung der Bogenweiche aus der geraden einfachen Weiche, deren Einschaltung in ein gegebenes Geleis und der sogenannten einfachen Weichenverbindung zwischen zwei Geleisen.

I. Die Bogenweiche gesetzmäßig aus der einfachen geraden Weiche abgeleitet.

Die durch die Überschrift bezeichnete Aufgabe gestaltet sich in der rechnerischen Behandlung bekanntlich*) am einfachsten, wenn man die Abmessung der geraden einfachen Weiche, der „Normalweiche“ nach Anleitung der Abb. 3 auf Geleisachsen bezieht.

Die beiden dort schraffierten Dreiecke nennen wir Herzstückdreieck und Auslenkungsdreieck, und wir wollen die Weiche mit geradem Stammgeleis in eine Bogenweiche, d. h. eine Weiche mit gekrümmtem Stammgeleis verwandeln, indem wir Herzstück- und Auslenkungsdreieck eine gesetzmäßige Bewegung gegeneinander ausführen lassen (Abb. 3a, 3b).

*) Vgl. z. B. die Arbeit von Lang im „Organ f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens“ 1900.

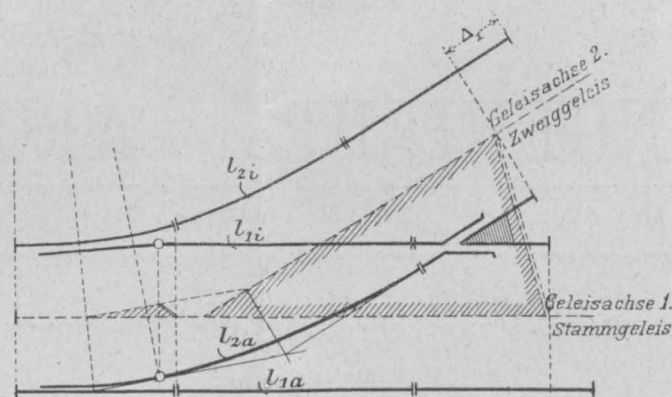


Abb. 3.

Hiefür empfiehlt sich, wie bekannt, wegen ihrer Einfachheit die reine Drehbewegung am ehesten, und unsere Aufgabe läßt sich demnach auf folgendes mathematische Schema bringen: zwei gegebene starre Winkel α_1 und α_2 mit den Scheiteln S_1, S_2 (Abb. 4) und den bezüglichen Schenkeln g_{11}, g_{12} und g_{21}, g_{22} um einen festen Punkt C ihrer Ebene gegeneinander zu verdrehen und festzustellen, in welcher Weise die Gestalt und Lage zweier die gleichnamigen Schenkel paarweise berührenden Kreisbögen von dieser Drehung beeinflusst werden.

Die Wahl des Drehpunktes ist vorderhand vollkommen frei. Wir wählen ihn zum „Bezugspunkt“ und geben entsprechend unserer Abb. 1 und 2 in Abb. 4 die Lote $p_{11}, p_{12}, p_{21}, p_{22}$ mit den Fußpunkten F_{11} u. s. w. an und bezeichnen die Bogenanfangspunkte der beiden berührenden Kreisbögen durch P_{11} u. s. w. Sodann haben wir, um in Übereinstimmung mit der eigentlichen technischen Aufgabe zu bleiben, noch auf jedem der vier Schenkel einen festen Punkt $B_{11} \dots B_{22}$ anzunehmen, entsprechend den Schienenstößen hinter der Auslenkung und vor dem Herzstück. Diese Punkte bezeichnen die Grenzlage, über welche die veränderlichen Punkte $P_{11} \dots P_{22}$ praktisch nicht hinausrücken dürfen, wir legen zur Vereinfachung B_{11} und B_{12} mit P_{11} und P_{22} zusammen; dies bedeutet, daß die Krümmung

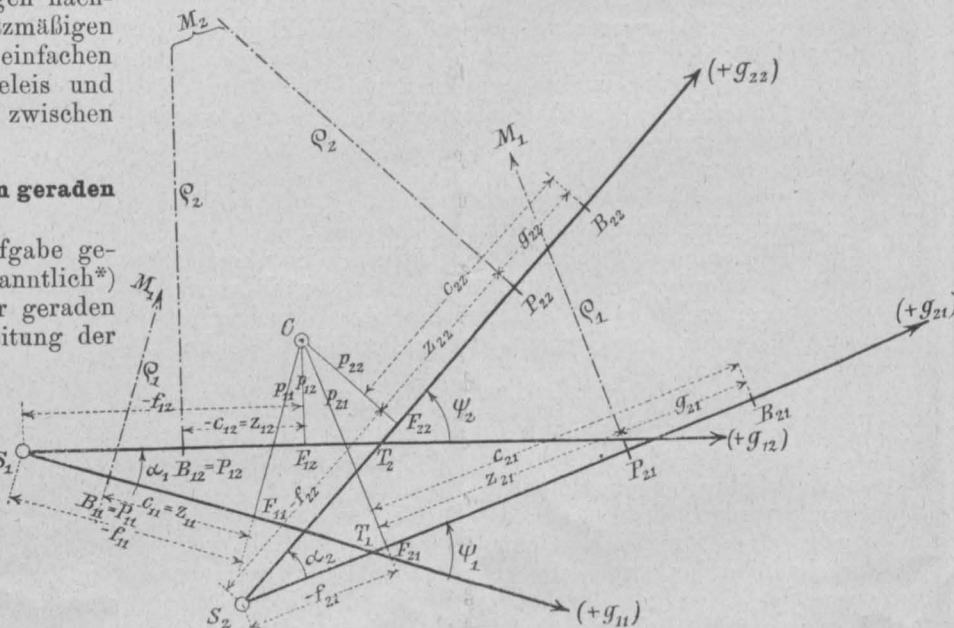


Abb. 4.

$$\frac{\Psi_2}{2} = \frac{\Psi_1}{2} + \delta \quad 30),$$

$$\operatorname{tg} \frac{\Psi_2}{2} = \frac{p_{22} - p_{12}}{c_{22} + c_{12} - g_{22}} \quad 31).$$

Die Berechnung gestaltet sich verschieden, je nachdem wir die willkürliche Veränderliche wählen.

Nehmen wir als solche etwa Ψ_1 , so hätten wir zu rechnen:

$$\text{aus 28):} \quad \rho_1 = p_{11} + \frac{z_{21}}{\operatorname{tg} \frac{\Psi_1}{2}};$$

$$\text{aus 30):} \quad \frac{\Psi_2}{2} = \frac{\Psi_1}{2} + \delta;$$

$$\text{aus 31):} \quad g_{22} = c_{22} + c_{12} - \frac{p_{22} - p_{12}}{\operatorname{tg} \frac{\Psi_2}{2}} \quad 31a);$$

$$\text{aus 29):} \quad \rho_2 = \frac{p_{22} + p_{12}}{2} + \frac{c_{22} - c_{12} - g_{22}}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\Psi_2}{2}} \quad 29a)$$

und ähnlich bei anderer Wahl der Willkürlichen.

Wir müssen uns nach diesen Entwicklungen nun aber zurückwenden zur Frage nach der Bestimmung der Lage des Drehpunktes C , die wir oben als willkürlich betrachtet haben. Es liegt nahe, diese Willkürlichkeit (zwei Freiheiten) auszunützen, um irgend welche Vorteile praktischer oder rechnerischer Natur zu erreichen; wir müssen dabei folgendes im Auge behalten:

Die Verwendung der Bogenweiche bei „Abzweigung nach innen“ ist meist beschränkt, weil bei den größeren von den gebräuchlichen Herzstückwinkeln der kleinste zulässige Grenzwert des Zweiggeleishalbmessers, den wir mit ρ_2^* bezeichnen wollen, allzubald erreicht wird, u. zw. tritt dies umso eher ein, je größer unter sonst gleichen Verhältnissen der Wert g_{22} — dies geht sofort aus Gleichung 29) hervor — es ist also erwünscht, den Wert g_{22}^* , der dem Eintreten des Minimalradius ρ_2^* entspricht, möglichst klein, womöglich gleich „Null“ zu machen, wenn nicht etwa schon der Wert g_{22}^0 der Normalweiche $= 0$ ist. Der Wert g_{22}^0 ergibt sich aus Gleichung 31a) unter Beachtung von 13) bis 16), 19), 21), 22), 23), 24), 25) und mit Berücksichtigung, daß für diesen Fall: $\Psi_1 = 0$, $\Psi_2 = 2\delta$,

$$\text{zu 31 b)} \quad g_{22}^0 = b_{12} + b_{22} - k - d \cdot \frac{\sin \sigma}{\sin \delta}$$

(hier ist, wie auch durchwegs später, gesetzt: $\sigma = \frac{\alpha_2 + \alpha_1}{2}$).

(Man könnte diese Gleichung benützen, um eine neu zu entwerfende Normalweiche so einzurichten, daß g_{22}^0 einen bestimmten Wert annimmt.)

Wäre nun etwa der so gefundene Wert g_{22}^0 schon selbst $= 0$, so müßten wir darauf sehen, daß der Wert g_{22} überhaupt im Verlaufe der ganzen Drehung $= 0$ bleibt. Gleichung 31a) zeigt, daß dies erreicht wird, wenn wir dem Punkte C die Bedingung vorschreiben:

$$p_{22} - p_{12} = 0 \quad 32),$$

d. h., wenn wir ihn auf der äußeren Winkelhalbierenden des Winkels $\Psi_2^0 = 2\delta$ annehmen.*) Wir wollten früher die

*) Eine derartige Anordnung, u. zw. C als Schnittpunkt der Winkelhalbierenden mit der geraden Stammgeleisachse wird seit Jahren in den an der technischen Hochschule zu Karlsruhe gehaltenen Vorlesungen über Eisenbahnbau angegeben. Neuerdings hat Bückle im Ergänzungshefte des „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ 1904 dieselbe Anordnung in etwas allgemeinerer Weise behandelt; die genannte Arbeit war zur Zeit der Abfassung der hier vorliegenden noch nicht veröffentlicht.

p und f als Funktionen von p_{11} und f_{11} darstellen und einsetzen demnach in 32) p_{22} durch $(f_{11} + d) \sin \alpha_2 + p_{11} \cos \alpha_2$ und p_{12} durch $f_{11} \sin \alpha_1 + p_{11} \cos \alpha_1$ und erhalten mit Hilfe bekannter trigonometrischer Formeln die Gleichung des eben bestimmten Ortes von C in der Form:

$$2f_{11} \cdot \sin \delta \cos \sigma - 2p_{11} \sin \delta \sin \sigma + d \sin \alpha_2 = 0 \quad 33).$$

Hatte sich nun aber aus Gleichung 31b) $g_{22}^0 > 0$ ergeben, so hätten wir zu versuchen, den Punkt C so zu bestimmen, daß der Wert g_{22}^* , der mit dem Minimalradius ρ_2^* auftritt, einen bestimmten, möglichst klein anzunehmenden Betrag erreicht. Den analytischen Ausdruck dieses Verlangens erhalten wir, indem wir Gleichung 29) und 31) vereinigen zu

$$\frac{p_{22} - p_{12}}{c_{22} + c_{12} - g_{22}^*} = \frac{c_{22} - c_{12} - g_{22}^*}{2\rho_2^* - (p_{22} - p_{12})};$$

wir ersetzen hierin p_{22} , p_{12} , c_{22} , c_{12} nach den Gleichungen 13) bis 16), 19), 21), 22), 23), 24), 25) durch f_{11} , p_{11} und erhalten nach einigen Vereinfachungen und mit Hilfe der nun schon einmal angewendeten trigonometrischen Formeln:

$$\left. \begin{aligned} & 2f_{11} \cdot \{ 2\rho_2^* \sin \delta \cos \sigma - d + b_{12} \cos \alpha_1 + \\ & \quad - (b_{22} - k - g_{22}^*) \cos \alpha_2 \} + \\ & - 2p_{11} \{ 2\rho_2^* \sin \delta \sin \sigma + b_{12} \sin \alpha_1 + \\ & \quad - (b_{22} - k - g_{22}^*) \sin \alpha_2 \} + \\ & + \{ 2\rho_2^* d \sin \alpha_2 - d^2 - (b_{22} - k - g_{22}^*)^2 - 2d(b_{22} + \\ & \quad - k - g_{22}^*) \cos \alpha_2 + b_{12}^2 \} = 0 \end{aligned} \right\} \quad 34).$$

Für negatives g_{22}^* erhalten wir ähnlich:

$$\left. \begin{aligned} & 2f_{11} \{ 2\rho_2^* \sin \delta \cos \sigma - d + (b_{12} + g_{12}^*) \cos \alpha_1 + \\ & \quad - (b_{22} - k) \cos \alpha_2 \} + \\ & - 2p_{11} \{ 2\rho_2^* \sin \delta \sin \sigma + (b_{12} + g_{12}^*) \sin \alpha_1 + \\ & \quad - (b_{22} - k) \sin \alpha_2 \} + \\ & + \{ 2\rho_2^* d \sin \alpha_2 - d^2 - (b_{22} - k)^2 - 2d(b_{22} - k) \cos \alpha_2 + \\ & \quad + (b_{12} + g_{12}^*)^2 \} = 0 \end{aligned} \right\} \quad 34a).$$

Alle Drehpunkte C , für die bei einem bestimmten Wert ρ_2^* ein gleichfalls bestimmter Wert g_{22}^* auftritt, erfüllen demnach eine Gerade, und alle diese den verschiedenen Annahmen von ρ_2^* bei festgehaltenen g_{22}^* entsprechenden Geraden erfüllen einen Strahlenbüschel, dessen Mittelpunkt auf der durch Gleichung 33) bestimmten Winkelhalbierenden liegt.

Ist es bei positiver Drehung des Herzstückdreiecks („Abzweigung nach innen“) erwünscht, das gerade Stück g_{22}^* möglichst klein zu machen, so ist es umgekehrt bei entgegengesetzter Drehung „Abzweigung nach außen“ oft wünschenswert und mit Rücksicht auf die ohnehin großen Werte der Radien ρ_2 auch gestattet, ein möglichst großes Stück g_{22} zu erhalten, nämlich dann, wenn hinter dem Herzstück sofort eine Gegenkrümmung folgt, die das Einlegen einer Zwischengeraden erforderlich macht. Die Länge dieser Zwischengeraden (vergl. Abschnitt III) wirkt aber ihrerseits ungünstig zurück auf den Radius eines zur Herstellung der sogenannten einfachen Weichenverbindung einzulegenden gekrümmten Geleises, und man versucht daher zweckmäßig, ein möglichst großes Stück $(g_{22} + k)$ in der Weiche selbst herzustellen. Dies erreichen wir, indem wir dem Punkte C die Bedingung vorschreiben:

$$g_{22}'' = c_{22} + c_{12} - \frac{p_{22} - p_{12}}{\operatorname{tg} \frac{\Psi_2''}{2}},$$

worin g_{22}'' und Ψ_2'' nach Gutdünken anzunehmen sind. Wenn wir, wie oben, entwickeln, erhalten wir:

den Fällen umzukehren sind, wo das Zweiggleis der Weiche nach „außen“, d. h. weiter entfernt vom Kreismittelpunkt zu liegen kommt als das Stammgleis.

Wir wählen M als Bezugspunkt und schreiben für die drei Punkte M_1 , C , M_2 nacheinander die Grundgleichungen 1), 2), bzw. 5), 6) an, indem wir zugleich einführen: $p_1 = r - f_1$,

$$p_2 = r - f_2, \\ r_1 = \frac{f_1(2r - f_1) + t_1^2 - m_{11}^2}{2f_1} = r - \frac{f_1}{2} - \frac{t_1 - m_{11}}{2 \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2}} \quad 38),$$

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} = \frac{-f_1}{t_1 + m_{11}} \quad 39),$$

$$\left. \begin{aligned} (r - f_1 - p_{11})^2 + (-k_{11} + m_{11})^2 + \\ - (r - f_2 - p_{20})^2 - (k_{20} - m_{20})^2 = 0 \end{aligned} \right\} \quad 40),$$

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi_0}{2} = \frac{p_{20} + f_2 - p_{11} - f_1}{(k_{20} - m_{20}) + (k_{11} - m_{11})} \quad 41),$$

$$r_2 = \frac{f_2(2r - f_2) + t_2^2 - m_{20}^2}{2f_2} = r - \frac{f_2}{2} - \frac{t_2 + m_{20}}{2 \operatorname{tg} \frac{\varphi_2}{2}} \quad 42),$$

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi_2}{2} = \frac{-f_2}{-t_2 + m_{20}} \quad 43).$$

Diese Gleichungen umschreiben rein mathematisch das Problem vollständig, lassen aber noch zu viele Größen willkürlich. Wir wollen deshalb allgemein einige vereinfachende Bedingungen einführen und setzen hiezu nach dem Vorgang von Lang*) $f_2 = 0$ und $m_{20} = m$ (anzunehmen), d. h. wir lassen die Herzstückgerade des einzuschaltenden Stranges den Hauptkreis mit einem bestimmten Punkt berühren. Aus 43) folgt dann weiter: $t_2 = m_{20}$, womit 43) wegfällt und 42) von den übrigen Gleichungen isoliert wird. Die eigentliche Einschaltung ist jetzt durch die Gleichungen 38) bis 41) beschrieben.

Diesen fügen wir, indem wir uns darauf beschränken, nur den Fall der Einschaltung des Stammgleises weiter zu verfolgen, noch die aus dem vorigen Abschnitt zu entnehmende Gleichung:

$$\rho_1 = p_{11} + \frac{z_{21}}{\operatorname{tg} \frac{\varphi_0}{2}} \quad 44)$$

hinzu, und um zu erreichen, daß gleichzeitig mit dem Auftreten des für die betreffende Weiche zulässigen kleinsten Wertes ρ_1^* im Anschlußbogen der Minimalradius r_1^* auftritt, setzen wir die weitere Gleichung an:

$$r_1 = \rho_1 - \Delta, \text{ wo } \Delta = \rho_1^* - r_1^* \quad 45).$$

Schließlich setzen wir

$$t_1 = 0 \quad 46)$$

und erhalten damit das folgende reduzierte System von Gleichungen (indem wir jetzt für $\left\{ \begin{matrix} \Psi^0: \Psi_1 \\ k_{20}: k_{21} \end{matrix} \right\}$ schreiben und beachten, daß $p_{21} = p_{11}$):

$$r_1 = r - \frac{f_1}{2} - \frac{m_{11}^2}{2f_1} \quad 38a),$$

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} = \frac{-f_1}{m_{11}} \quad 39a),$$

$$\left. \begin{aligned} (r - p_{11} - f_1)^2 + (m_{11} - k_{11})^2 - (r + \\ + p_{21})^2 - (k_{21} - m)^2 = 0 \end{aligned} \right\} \quad 40a),$$

oder mit Vernachlässigung der kleinen Werte $p_{11}^2, f_1^2, p_{11}f_1, p_{21}^2$ genau genug:

$$\left. \begin{aligned} -2rp_{11} - 2rf_1 + m_{11}^2 - 2k_{11}m_{11} + \\ + k_{11}^2 - 2rp_{21} - (k_{21} - m)^2 = 0 \end{aligned} \right\} \quad 40b),$$

$$\text{aus 44) und 41): } \left\{ \begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} &= \frac{-f_1}{(k_{21} - m) + (k_{11} - m_{11})} = \\ &= \frac{z_{21}}{r_1 + \Delta - p_{11}} \end{aligned} \right\} \quad 41a).$$

Wir entwickeln:

$$\text{aus 41 a): } f_1(r_1 + \Delta) + z_{21}(k_{21} - m + k_{11} - m_{11}) = 0 \quad 46),$$

$$\text{aus 46) und 38 a): } \left\{ \begin{aligned} f_1 &= \frac{\frac{m_{11}^2}{2} + z_{21}m_{11} - z_{21}(k_{21} - m + k_{11})}{r + \Delta} \end{aligned} \right\} \quad 47),$$

$$\text{aus 47), 40): } \left\{ \begin{aligned} \frac{\Delta}{r + \Delta} \cdot m_{11}^2 - 2m_{11}(k_{11} + \frac{r}{r + \Delta} z_{21}) + \\ + k_{11}^2 - (k_{21} - m)^2 + 2\frac{r}{r + \Delta} z_{21}(k_{21} - m + \\ + k_{11}) = 0 \end{aligned} \right\} \quad 48).$$

Für einen bestimmten Wert von r ergibt sich m_{11} aus dieser quadratischen Gleichung. Für $\Delta = 0$ wird der Ausdruck linear, und solange daher nicht zu befürchten ist, daß $\rho_1 < \rho_1^*$ ausfällt, empfiehlt es sich, mit $\Delta = \rho_1 - r_1 = 0$ zu rechnen. Man erhält dann, logarithmisch bequem:

$$m_{11} = \frac{(k_{21} - m + k_{11}) \cdot (2z_{21} + k_{11} - k_{21} + m)}{2 \cdot (k_{11} + z_{21})} \quad 49),$$

sodann aus 40) genau genug

$$f_1 = \frac{(m_{11} - k_{11})^2 - (k_{21} - m)^2 - 2r(p_{21} + p_{21})}{2(r - p_{21})},$$

$$\text{sodann nach 39 a): } \frac{\varphi_1}{2},$$

$$38 a): r_1,$$

$$41 a): \frac{\Psi_1}{2},$$

44): ρ_1 , die beiden letzten mit Proben für die Richtigkeit der Rechnung.

Wird nun bei abnehmendem r schließlich $\rho_1 = \rho_1^*$, so kann man nach Gleichung 48) weiterrechnen, wie oben angegeben. Statt dessen kann man aber auch die bisher veränderliche Weiche nunmehr in ihrer Grenzstellung mit $\rho_1 = \rho_1^*$ belassen und lediglich r_1 nach folgendem Verfahren verändern: An Hand der Abbildung 5a berechnen wir ein für allemal die Stücke Δ_p und Δ_z und haben dann im Einzelfalle lediglich noch zu berechnen:

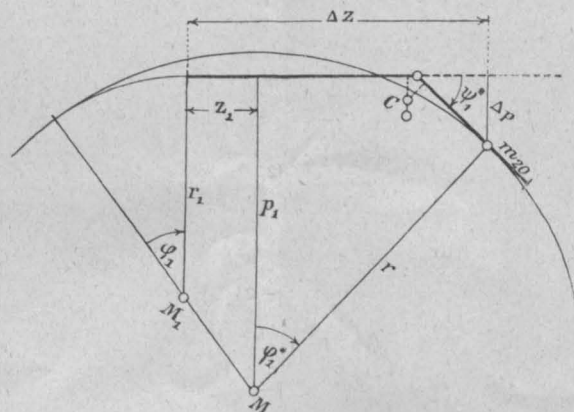


Abb. 5a.

*) „Organ f. d. F. d. E.“, 1900.

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= \Delta p + r \cdot \cos \psi_1^*, \quad z_2 = \Delta z - r \cdot \sin \psi_1^*, \\ p_2 &= r, \quad z_2 = 0 \end{aligned} \right\} \quad 48 a),$$

worauf sich der Anschluß nach den Grundformeln 5) und 6) festlegen läßt.

Mit weiter abnehmendem r tritt schließlich $r_1 = r_1^*$ auf, und wir sehen uns, um auch bei kleineren Werten r noch einschalten zu können, genötigt, die früher angenommene Festsetzung $f_2 = 0$ und $m_{20} = m$ aufzugeben. Wir werden wieder die Weiche in ihrer Grenzstellung als starres Gebilde einführen und sie nach beiden Seiten durch Kreisbögen gleichen Halbmessers $r_1^* = r_{\min}$ an das durchgehende Geleis anschließen mit der Festsetzung: $t_1 = t_2 = 0$.

Statt die allgemeinen Formeln 38) bis 43) entsprechend diesen Annahmen zu entwickeln, gehen wir bequemer auf unsere Grundformeln 5) und 6) zurück, indem wir in Abb. 6 M_1 als Bezugspunkt auffassen.

$$\text{Wir haben zunächst wieder } r = \frac{p_2 + p_1}{2} + \frac{z_2^2 - z_1^2}{2 \cdot (p_2 - p_1)},$$

$$\operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} = \frac{p_2 - p_1}{z_2 + z_1};$$

wir setzen: $r_1 = r_2 = r_1^*$ und lesen nun, indem wir projizieren, aus der Abbildung ab:

$$p_1 = r_1^*, \quad z_1 = 0,$$

$$p_2 = r_1^* + e \sin \vartheta, \quad z_2 = e \cos \vartheta,$$

$$\text{ferner: } \vartheta = \varphi_2 + \beta_2; \quad \Psi = \vartheta + \varphi_1 + \beta_1.$$

(Die Größen e, β_1, β_2 sind im voraus ein- für allemal bei jeder einzelnen Normalweiche zu bestimmen.)

Wir erhalten so leicht

$$\sin \vartheta = \frac{e}{2(r - r_1^*)} \quad 50)$$

und

$$\operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} = \operatorname{tg} \vartheta \quad \text{oder} \quad \Psi = 2\vartheta \quad 51),$$

sodann:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 &= \vartheta - \beta_1 \\ \varphi_2 &= \vartheta - \beta_2 \end{aligned} \right\} \quad 52)$$

und durch nochmaliges Projizieren schließlich:

$$f_1 = 2(r - r_1^*) \sin^2 \frac{\varphi_1}{2}; \quad f_2 = 2(r - r_1^*) \sin^2 \frac{\varphi_2}{2},$$

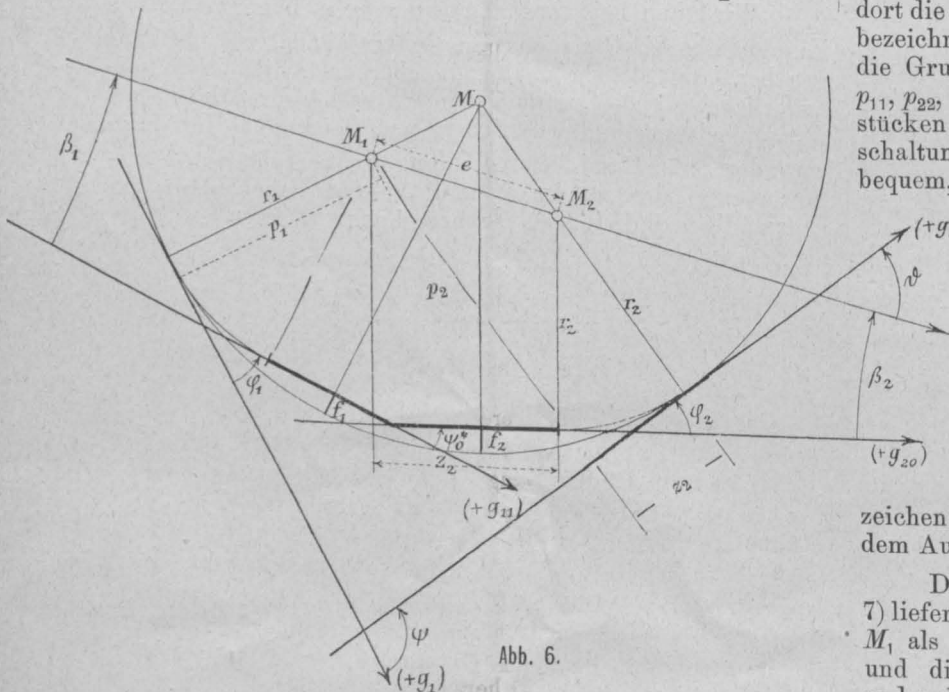


Abb. 6.

woraus man die Größe der bei der Einschaltung entstandenen „Geleisverschiebung“ ungefähr beurteilen kann. Durch die Größe dieser Verschiebung und die zunehmende Länge der Einschaltung ist auch dieses zweite Verfahren nach unten hin in seiner Anwendbarkeit begrenzt.

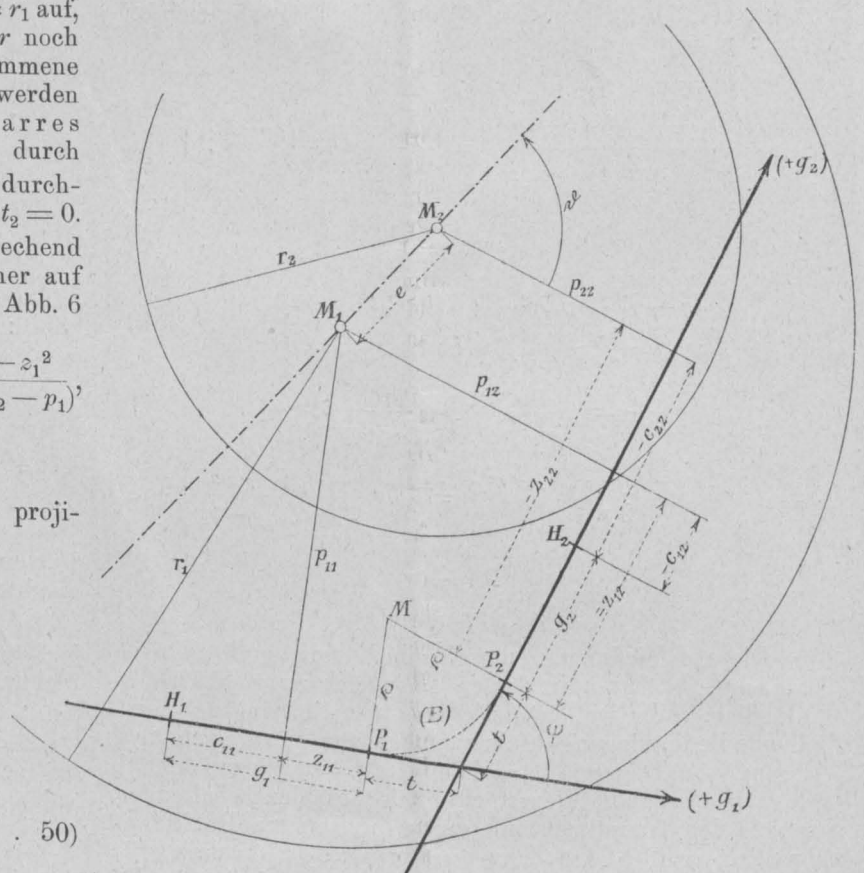


Abb. 7.

III. Die einfache Weichenverbindung.

Als allgemeinste Form der hier vorliegenden Aufgabe fassen wir den Fall ins Auge, daß es sich darum handelt, zwischen den abzweigenden Strängen zweier in kreisförmig gestaltete Geleise eingeschalteter Weichen ein aus Geraden und Kreisbögen zusammengesetztes Geleisestück einzulegen, wie dies Abb. 7 veranschaulicht. Die Geraden (g_1, g_2) stellen dort die betreffenden Herzstückgeraden dar, die Punkte H_1, H_2 bezeichnen den „hintern Weichenstoß“. Zur Einführung in die Grundformeln 5), 6), 7) brauchen wir die Koordinaten $p_{11}, p_{22}, z_{11}, z_{22}$. Diese berechnen wir aus den Bestimmungsstücken der Einschaltung, und zwar wenn die erste Einschaltungsmethode ($f_2 = 0$, vergl. Abschn. II) vorliegt, sehr bequem, wenn wir an der Hand der Abb. 8 für jedes vorkommende Herzstückdreieck im voraus die Stücke $\Delta p = (b_{21} - m) \cdot \sin \alpha_2$ und $\Delta z = b_{22} - (b_{21} - m) \cos \alpha_2$ berechnen; es ist dann nämlich weiter:

$$|p| = r \cos \alpha_2 \pm \Delta p$$

und

$$|c| = r \sin \alpha_2 \pm \Delta z$$

(dem Betrage nach; die Vorzeichen bestimmt man nach dem Augenschein).

Die Gleichungen 5) bis 7) liefern uns nun, wenn wir M_1 als Bezugspunkt wählen und die Veränderlichen g_1 und g_2 durch $z_{11} = c_{11} + g_1$

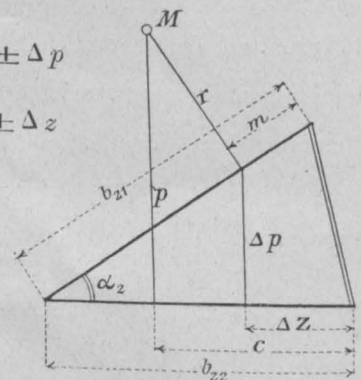


Abb. 8.

$z_{12} = c_{12} - g_2$ einführen:

$$\rho = \frac{p_{12} + p_{11}}{2} + \frac{(c_{12} - g_2)^2 - (c_{11} + g_1)^2}{2(p_{12} - p_{11})}; \quad \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} = \frac{p_{12} - p_{11}}{c_{12} - g_2 + c_{11} + g_1}; \quad 2t = c_{12} - c_{11} - (g_1 + g_2) + \frac{p_{12}^2 - p_{11}^2}{c_{12} + c_{11} + g_1 - g_2}.$$

Unbekannt sind von den vorkommenden Konstanten hier noch p_{12} und c_{12} ; diese Stücke ändern sich mit der Lage der Weiche (2). Indem wir den ganz allgemeinen Fall, daß Weiche (1) und (2) beweglich seien, als für die Praxis wenig wichtig ausscheiden, betrachten wir künftig Weiche (2) als durch gewisse Koordinaten im Geleisplan festgelegt, so daß wir den in der Abbildung mit ϑ bezeichneten Winkel und die Strecke e als bekannt ansehen dürfen. Wir erhalten dann aus diesen sofort:

$$c_{12} = c_{22} - e \cdot \sin \vartheta \quad \text{und} \quad p_{12} = p_{22} + e \cos \vartheta \quad . \quad 53).$$

Wir lassen nun zur Vereinfachung den jetzt überflüssigen ersten Index fallen und schreiben kurz statt:

$$(p_{12}, c_{12} \cdot \cdot, p_{11}, c_{11} \cdot \cdot)$$

so:

$$(p_2, c_2 \cdot \cdot, p_1, c_1 \cdot \cdot).$$

Für die Berechnung eines einzelnen Falles enthalten die obigen Gleichungen alles Wissenswerte. Wir wollen nun aber untersuchen, ob es nicht möglich ist, durch passende Änderung der geraden Stücke g_1, g_2 die Länge des Verbindungsgeleises $H_1 H_2$ in einen oder anderen Schienenstrang auf ein ganz bestimmtes, in den Längen der verfügbaren Schienensorten ausdrückbares Maß zu bringen. Eine solche Möglichkeit wäre bei der Aufstellung von Normalien, wie sie für den Fall der konzentrischen Hauptgeleise oft berechnet werden, sehr erwünscht und hier, wo die Rechnung zur Unterlage vielmaliger Ausführung dienen soll, auch lohnend genug, um die vermehrte Rechenarbeit zu rechtfertigen. Wir bemerken im voraus, daß bei den praktisch vorkommenden Fällen und für die in der Abbildung angenommene Bezeichnungsweise (Weiche 2 „nach innen“) sich stets ergibt: $p_2 - p_1 < 0$, $c_1 < 0$, $c_2 < 0$, und führen unter dieser ausdrücklichen Voraussetzung die folgende Diskussion.

Wir bilden

$$\left. \begin{aligned} z_1 &= \frac{\partial \rho}{\partial g_1} = -\frac{c_1 + g_1}{p_2 - p_1} < 0 \\ z_2 &= \frac{\partial \rho}{\partial g_2} = -\frac{c_2 - g_2}{p_2 - p_1} < 0, \end{aligned} \right\} \quad . \quad . \quad . \quad 54)$$

und erkennen, daß mit wachsendem g_1 oder g_2 die Größe ρ abnimmt. Kommt es also nur darauf an, ρ möglichst groß zu machen, so muß man die Geraden g_1 und g_2 möglichst klein, d. h. das eine $= 0$ und das andere nur so groß machen, daß es im Verein mit der Herzstückgeraden k und dem geraden Stück g_{22} (bzw. g_{21}) in der Weiche den Minimalwert der bei Gegenkrümmungen verlangten Zwischengeraden (6.0 m) erreicht.

Wir entwickeln nun aber weiter den Ausdruck für die Länge $H_1 H_2$, und zwar zunächst genähert:

$$L_t = g_1 + g_2 + 2t = c_2 - c_1 + \frac{p_2^2 - p_1^2}{c_2 + c_1 + g_1 - g_2}$$

und bilden

$$\left. \begin{aligned} \lambda_1 &= \frac{\partial L_t}{\partial g_1} = -\frac{p_2^2 - p_1^2}{(c_2 + c_1 + g_1 - g_2)^2} > 0, \\ \lambda_2 &= \frac{\partial L_t}{\partial g_2} = \frac{p_2^2 - p_1^2}{(c_2 + c_1 + g_1 - g_2)^2} < 0 \end{aligned} \right\} \quad . \quad 55)$$

und sehen, daß mit wachsendem g_1 L_t zu-, mit wachsendem g_2 dagegen abnimmt.

Wollen wir nun diese Einsicht im oben ausgesprochenen Sinne verwerten, so müssen wir zunächst beachten, daß, wie Abb. 3 zeigt, die dem Herzstück gegenüberliegende Schiene oft nach den üblichen Normalien noch über das geometrische Weichenende hinausreicht um einen Betrag, den wir Δ_1 nennen wollen; ferner ist zu beachten, daß durch die Biegung zur Bogenweiche nach früherem in demselben Schienenstrang eine Verschiebung auftritt, indem bei „Abzweigung nach innen“ die normalen Schienen etwas zu lang, im umgekehrten Fall etwas zu kurz werden; wir wollen den Betrag dieser Längenänderung Δ_2 nennen und ihn bei „Abzweigung nach innen“ positiv rechnen; er ist als bekannte Größe anzusehen.

Schließlich haben wir zu beachten, daß der Wert L_t nicht der Bogen-, sondern der Tangentenlänge entspricht, und wir rechnen zur Abhilfe folgendes:

$$2t = 2\rho \cdot \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2}, \quad B = \rho \cdot \Psi,$$

$$L_t = g_1 + g_2 + 2t, \quad L = g_1 + g_2 + B,$$

$$L_t - L = \Delta_3 = \rho \left(2 \operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} - \Psi \right) = 2\rho \left(\operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} - \frac{\Psi}{2} \right) =$$

$$= 2 \frac{t}{\operatorname{tg} \frac{\Psi}{2}} \left(\operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} - \frac{\Psi}{2} \right),$$

$$\operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} = \frac{\Psi}{2} + \frac{\left(\frac{\Psi}{2} \right)^3}{3} + \dots$$

$$\operatorname{tg} \frac{\Psi}{2} - \frac{\Psi}{2} = \frac{1}{3} \left(\frac{\Psi}{2} \right)^3 + \dots$$

oder genau genug:

$$\Delta_3 = \frac{2t}{3} \operatorname{tg}^2 \frac{\Psi}{2} \quad . \quad . \quad . \quad 56).$$

Endlich entscheiden wir uns dafür, welchen Schienenstrang wir auf einen bestimmten Wert: „ $\Sigma(l + \delta)$ “ bringen wollen (wo l die Schienenlänge und δ die Weite der Stoßlücken bezeichnet): wir werden den wählen, der augenscheinlich der längere zu werden verspricht, d. h. je nachdem für Weiche (1) oder (2) der Wert Δ_1 der kleinere ist, den inneren oder den äußeren Schienenstrang. Wir wollen den ersten Fall allein weiter behandeln.

Wir ermitteln nun zuallererst, unter der Annahme, daß bei H_2 die Gegenkrümmung auftritt, mit $g_1 = 0$ und $g_2 = 6000 \text{ mm} - (k + g_{22}) = g_2^0$:

$$\rho_0 = \frac{p_2 + p_1}{2} + \frac{c_2 - c_1 - g_2^0}{2 \operatorname{tg} \frac{\Psi_0}{2}}, \quad \operatorname{tg} \frac{\Psi_0}{2} = \frac{p_2 - p_1}{c_2 + c_1 - g_2^0}$$

$$L_t^0 = c_2 - c_1 + \frac{p_2^2 - p_1^2}{c_2 + c_1 - g_2^0};$$

$$\Delta_3^0 = \frac{2\rho_0}{3} \cdot \operatorname{tg}^3 \frac{\Psi_0}{2} \quad (\text{abgesehen von } L_t^0 \text{ kann alles mit dem}$$

Rechenschieber gerechnet werden). Ergibt sich nun, daß $L_t^0 - (\Delta_1 + \Delta_2)$ in der Nähe einer aus den verfügbaren Schienen herzustellenden Länge $\Sigma(l + \delta)$ liegt, so werden wir versuchen, mit $L_t = g_1 + g_2 + (\rho - s) \cdot \Psi$ diesen Wert genau zu treffen. Ist nun $\Sigma(l + \delta) > L_t^0$, so müssen wir g_1 wachsen lassen, ist es dagegen $< L_t^0$, so müssen wir g_2 wachsen lassen: in beiden Fällen nimmt ρ ab, und um zu sehen, ob wir Aussicht haben, unser Ziel überhaupt zu erreichen, bilden wir, wie oben mit $\rho^* = \rho_{\min}$ (wobei wir hier annehmen wollen, es sei $L_t^0 < \Sigma(l + \delta)$ heraus gekommen):

$$(c_1 + g_1^*)^2 = (c_2 - g_2^0)^2 - (p_2 - p_1)(2\rho^* - (p_2 + p_1)),$$

$$\operatorname{tg} \frac{\Psi^*}{2} = \frac{p_2 - p_1}{c_2 - g_2^0 + c_1 + g_1^*}$$

und

$$L_{ti}^* = c_2 - c_1 + \frac{(p_2 - p_1)(p_2 + p_1 - 2s)}{c_2 - g_2^0 + (c_1 + g_1^*)}.$$

Ist nun dies $L_{ti}^* > \Sigma(l + \delta)$, so wissen wir, daß es einen Wert g_1^{**} gibt, für den $\rho^{**} > \rho_{\min}$ und $L_1^{**} = \Sigma(l + \delta) + \Delta_1 + \Delta_2$.

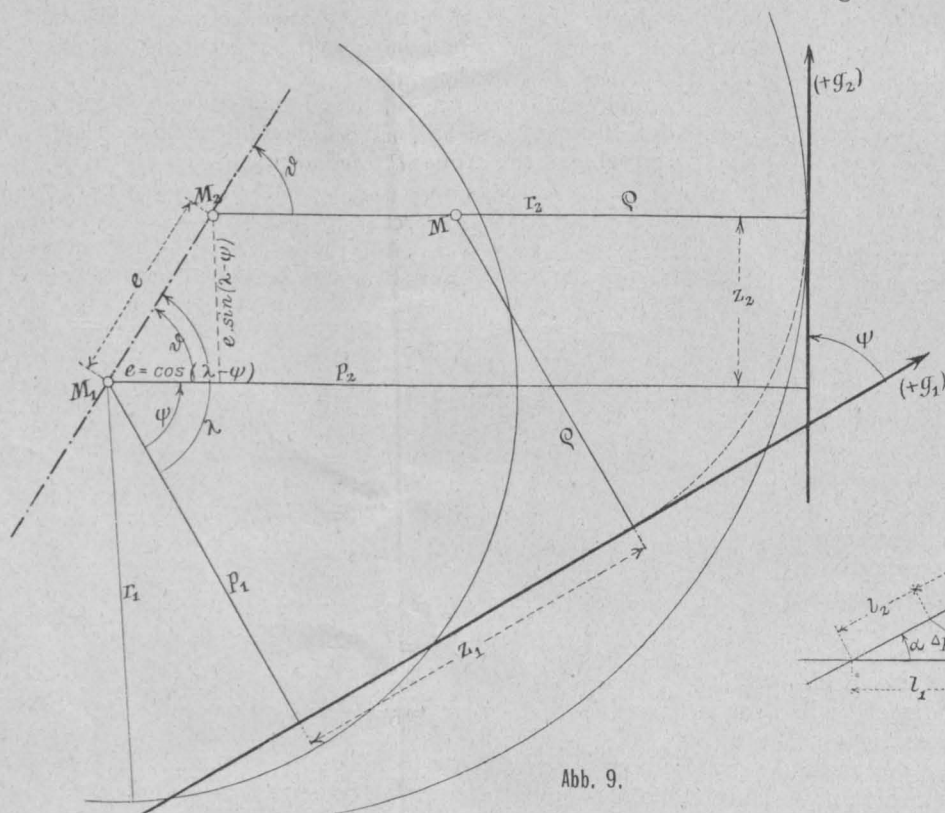


Abb. 9.

Wir bestimmen ihn folgendermaßen:

$$\begin{aligned} \text{aus } L_1^{**} = \Sigma(l + \delta) + \Delta_1 + \Delta_2 = L_{ti}^{**} - \Delta_3^0 = c_2 - c_1 + \\ + \frac{(p_2 - p_1)(p_2 + p_1 - 2s)}{c_2 - g_2^0 + c_1 + g_1^{**}} - \Delta_3^0 \text{ folgt:} \\ c_1 + g_1^* = \frac{(p_2 - p_1)(p_2 + p_1 - 2s)}{[\Sigma(l + \delta) + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3^0 - c_2 + c_1]} (c_2 - g_2^0) 57). \end{aligned}$$

Dann

$$\operatorname{tg} \frac{\Psi^{**}}{2} = \frac{p_2 - p_1}{c_2 - g_2^0 + c_1 + g_1^{**}}; \rho^{**} = \frac{p_2 + p_1}{2} + \frac{c_2 - g_2^0 - (c_1 + g_1^{**})}{2 \operatorname{tg} \frac{\Psi^{**}}{2}};$$

$$\rho_1^{**} = g_2^0 + g_1^{**} + (\rho^{**} - s) \cdot \Psi^{**} \quad 58).$$

Und wenn sich nun noch ein kleiner Unterschied

$$\Delta_4 = [\Sigma(l + \delta) + \Delta_1 + \Delta_2] - \rho_1^{**}$$

herausstellt (herrührend von der bisher stillschweigend gemachten Annahme $\Delta_3^{**} = \Delta_3^0$), so kann man g_1^{**} korrigieren, indem man in Gleichung 57) im Nenner das Glied $n + \Delta_4$ hinzufügt, dies wird aber selten nötig sein, da eine größere Genauigkeit als auf $\pm 5 \text{ mm}$ praktisch nicht erfordert wird.

Nachdem wir durch den Hinweis auf die konzentrische Weichenverbindung bereits einen Sonderfall unserer Aufgabe berührt haben, führen wir kurz deren noch einige an:

1. Verbindung eines kreisförmig gebildeten Geleises mit einem ebenso geformten durch eine einzelne Weiche; dieser Fall wird durch Hinweis auf Abb. 9 genügend erläutert.

2. Einfache Weichenverbindung zwischen einem geraden und einem gekrümmten Geleis: Soll die im geraden Geleis liegende Weiche als fest behandelt werden, so nimmt man den Kreismittelpunkt des zweiten Geleises mit dem Mittelpunkt des Verbindungsgeleises in die Formeln herein, nachdem man die Koordinaten des ersten Punktes, wie sie im Geleisplan gegeben sind, durch Umwandlung auf die abzweigende Herzstückgerade der festliegenden Weiche bezogen hat; soll dagegen die Weiche auf dem Kreisbogen fest bleiben, die andere sich auf der Geraden verschieben, so handelt es sich im Grund um einen weiteren Sonderfall, nämlich:

3. Einfache Weichenverbindung zwischen zwei Geraden. Wir setzen hier mit Bezug auf Abb. 10:

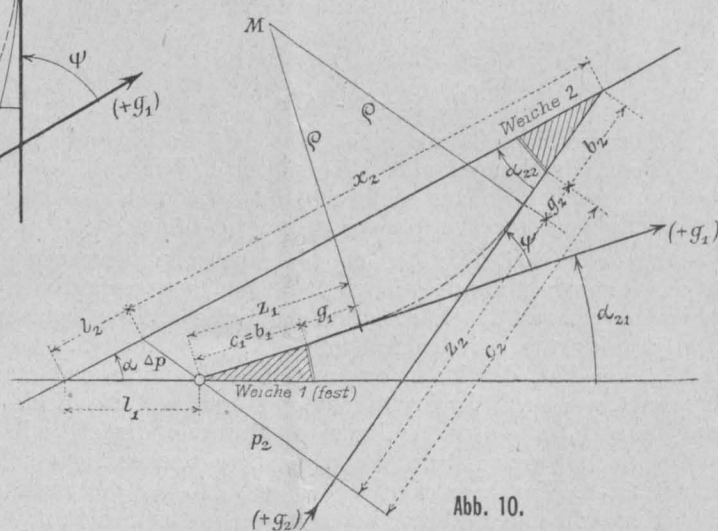


Abb. 10.

$$g_1 = z_1 - c_1; g_2 = c_2 - z_2; \Psi = \alpha_{21} + \alpha - \alpha_{22} = \text{Konstans} = \vartheta,$$

$$p_1 = 0; p_2 = x_2 \sin \alpha_{22} - \Delta p,$$

$$z_1 = b_1 + g_1; z_2 = x_2 \cos \alpha_{22} - g_2 - b_2,$$

wo sich nach Festlegung der Weiche (1) durch Annahme von l_1 als bekannt ergeben:

$$\Delta p = l_1 \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha_{21}}; l_2 = l_1 \cdot \frac{\cos(\alpha_{22} + \alpha)}{\cos \alpha_{22}}.$$

Damit geben unsere Grundgleichungen:

$$\mu = \operatorname{tg} \frac{\vartheta}{2} = \frac{p_2}{z_2 + z_1} = \frac{x_2 \sin \alpha_{22} - \Delta p}{x_2 \cos \alpha_{22} - g_2 - b_2 + b_1 + g_1}$$

oder

$$x_2(\sin \alpha_{22} - \mu \cos \alpha_{22}) + \mu(g_2 - g_1) - [\mu(b_1 - b_2) + \Delta p] = 0 \quad 59)$$

und

$$\rho = \frac{p_2}{2} + \frac{z_2 - z_1}{2\mu}$$

oder

$$2\mu\rho - x_2(\cos \alpha_{22} + \mu \sin \alpha_{22}) + (g_2 + g_1) + [b_2 + b_1 - \mu \Delta p] = 0 \quad 60).$$

In diesen beiden Gleichungen sind veränderlich noch die Größen ρ, g_1, g_2, x_2 ; zwei davon können also innerhalb gewisser Grenzen, noch willkürlich gewählt werden.

4. Verbindung zweier paralleler Geleise, ist in 3. schon miterledigt.

Konstanz, im Februar 1905.

Adolf Ludin.

Anhang.

Zur besseren Veranschaulichung des in Abschnitt I und II entwickelten geben wir im folgenden noch teilweise den Rechnungsgang wieder, der für eine gegebene Normalweiche im voraus zu erledigen wäre, um die grundlegenden Konstanten für die Behandlung aller möglichen Einzelfälle zu schaffen. Wir nehmen die Weiche 1:10 ($2 \sin \frac{\alpha_2}{2} = \frac{1}{10}$) und 1:8 der Badischen Staatsbahnen (Weichen aus 140 mm hohen Schienen) vor.

Von der Weiche 1:10 sind uns im voraus gegeben (alle Maße in mm)

$$\begin{aligned} b_{12} &= 3895, & b_{11} &= 3893, & b_{22} &= b_{21} = 16232, & k &= 3410, \\ a_{11} &= 3607, & d &= 7721, & \alpha_2 &= 5^\circ 43' 55'', \\ & & & & \alpha_1 &= 1^\circ 58' 43'', \\ & & & & 2\delta &= 3^\circ 45' 12'', & \delta &= 1^\circ 52' 36'', \\ & & & & 2\sigma &= 7^\circ 42' 38'', & \sigma &= 3^\circ 51' 19''. \end{aligned}$$

Hieraus ergibt sich für die „Nullstellung“ ($\psi_1 = 0$) dieser Weiche weiter:

$$\text{Gleichung 31 b)} \quad g_{22}^0 = 16717 - 15852 = 865;$$

Ferner, indem vorübergehend S_2 als Bezugspunkt gewählt wird:

$$p_{11} = p_{21} = p_{22} = 0; \quad p_{12} = -d \sin \alpha_1 = -266;$$

$$f_{11} = -d = -7721; \quad f_{21} = f_{22} = 0;$$

$$f_{12} = -d \cos \alpha_1 = -7716.3;$$

$$c_{12} = b_{12} + f_{12} = -3821.3;$$

$$z_{22} = b_{22} - k + f_{22} - g_{22}^0 = 11957;$$

somit:

$$\text{Gleichung 29)} \quad \rho_2^0 = -\frac{266}{2} + \frac{11957 + 3821.3}{2 \operatorname{tg} 1^\circ 52' 36''} = 240637;$$

ferner:

$$l_{2a}^0 = 2 \delta \rho_2^0 + g_{22}^0 + 2 \delta s = 16678;$$

$$l_{1i}^0 = d + b_{21} - k - b_{11} = 16650.$$

Ehe wir nun die Gleichungen 33) bis 37) rechnerisch behandeln, deren Form durch: $A \cdot f_{11} + B \cdot p_{11} + C = 0$ bezeichnet ist, bringen wir sie in bekannter Weise auf die Form: $f_{11} = f_{11}^n - \frac{B}{A} p_{11}$, in der $f_{11}^n = -\frac{C}{A}$ dem Wert $p_{11} = 0$, d. h. den Schnittpunkt der betreffenden Geraden mit der geraden Stammgeleisachse entspricht.

Für Gleichung 33) ergibt sich:

$f_{11}^{33} = -11800.36$ und, wenn wir den hiedurch bestimmten Punkt C_m als Bezugspunkt festhalten, weiter:

$$c_{11} = z_{11} = -z_{21} = -7907 \quad \text{Gleichung 20) und 22).}$$

$$f_{21} = -4079.36 \quad \text{„ 21).}$$

$$c_{21} = +8743 \quad \text{„ 24).}$$

$$g_{21} = +836 \quad \text{„ 17).}$$

Ferner nach Gleichung 13) bis 16):

$$p_{12} = p_{22} = -407, \quad f_{12} = -11793, \quad f_{22} = -4059,$$

$$c_{12} = -7898 = z_{12} \quad \text{Gleichung 23);}$$

$$c_{22} = 8763 \quad \text{Gleichung 25)}$$

und nun als Probe:

$$g_{22} = g_{22}^0 = 865 \quad \text{Gleichung 18) und 31 a).}$$

Wählen wir als kleinstzulässigen Zweiggeleishalbmesser den Radius der normalen Weiche 1:8:165000 = ρ_2^* , so erhalten wir mit C_m als Drehpunkt folgende Grenzwerte:

$$\operatorname{tg} \frac{\psi_2^*}{2} = \frac{z_{22}}{\rho_2^* - p_{22}} = \frac{7898}{165407}, \quad \frac{\psi_2^*}{2} = 2^\circ 44' 01.5'',$$

$$\frac{\psi_1^*}{2} = 0^\circ 51' 25.5'' \quad \text{Gl. 12).}$$

$$\rho_1^* = \frac{z_{21}}{\operatorname{tg} \frac{\psi_1^*}{2}} = 528541, \quad \psi_1^* = 1^\circ 42' 51'',$$

Für Gleichung 34) berechnen wir die Konstanten mit

$$g_{22}^* = 0, \quad \rho_2^* = 165000 \quad \text{zu (Punkt } C_g):$$

$$f_{11}^{34} = -13041.3; \quad \frac{B_{34}}{A_{34}} = -0.072278, \quad \lg = 8.8590048 - 10.$$

Für Gleichung 36) erhalten wir mit

$$\frac{\Psi_2^*}{2} = 2^\circ 55' 00''; \quad f_{11}^{36} = -13373;$$

$$\frac{B_{36}}{A_{36}} = \cotg \sigma = 14.839212, \quad \lg = 1.1714108.$$

Durch Vereinigung von Gleichung 34) und 36) erhalten wir die Konstanten des Punktes C_{2g} :

$$f_{11} = -13042.9, \quad p_{11} = -22.$$

(Bei der Kleinheit von p_{11} würde man in der Praxis natürlich lieber den Punkt C_g im weiteren benützen, wir behalten C_{2g} bei, weil wir die Aufgabe als allgemeines Beispiel in aller Schärfe durchrechnen wollen.)

Wir bemerken, daß die Auflösung der Gleichungen 34) und 36) teilweise mit dem Rechenschieber vorgenommen werden kann.

Weiter ergibt sich:

$$f_{21} = -5322, \quad p_{12} = -472.314,$$

$$c_{11} = -9150, \quad p_{22} = -553.412,$$

$$c_{21} = 7500 = z_{21}, \quad f_{12} = -13034,$$

$$g_{11} = -1650, \quad f_{22} = -5293,$$

$$c_{12} = -9139,$$

$$c_{22} = 7529 = z_{22}.$$

$$\text{Probe: } g_{22}^0 = -1610 + 2475 = 865.$$

Hauptproben:

$$\text{Gleichung 31)} \quad \operatorname{tg} \frac{\psi_2^*}{2} = \frac{p_{22} - p_{12}}{c_{22} + c_{12}} \quad (\text{mit } g_{22}^* = 0):$$

$$\frac{\psi_2^*}{2} = 2^\circ 53' 01.1'',$$

$$\frac{\psi_1^*}{2} = 1^\circ 01' 25.1'',$$

$$\psi_1^* = 2^\circ 02' 50.2'',$$

$$\rho_2^* = -512 + \frac{16668}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\psi_2^*}{2}} = 164939 \quad \text{statt genau: } 165000,$$

$$l_{2a}^* = \psi_2^* \cdot \rho_2^* + s \cdot \psi_2^* = 16678 = l_{2a}^0;$$

beide Proben stimmen. Der Vergleich mit dem für Punkt C_m oben erhaltenen Werte $\psi_1^* = 1^\circ 42' 51''$ zeigt, daß die Bestimmung des Drehpunktes nach Gleichung 34) die Grenze der „Drehbarkeit“ der Weiche 1:10 um zirka $0^\circ 20' 00''$ erweitert. Dabei muß allerdings eine etwas stärkere Krümmung im Stammgeleis zugelassen werden, denn wir erhalten jetzt: $\rho_1^* = 419728$ gegenüber dem früher gefundenen $\rho_1^* = 528541$, doch ist auch dieser Wert noch groß genug. Wir nehmen ferner noch wahr, daß sich die Geleislängen, wie folgt, geändert haben:

$$l_{21}^* = 16525 \quad \text{gegenüber } l_{21}^0 = 16574.$$

Unterschied: -51 (in der Paßschiene ausgleichen).

$$l_{11}^* = 16620 \quad \text{gegenüber } l_{11}^0 = 16650.$$

Unterschied: -30 (abhauen).

$$l_{1a}^* = 16674 \quad \text{gegenüber } l_{1a}^0 = 16650.$$

Unterschied: $+24$ (in der Paßschiene ausgleichen).

Wir berechnen weiter für denselben Punkt C_{2g} die Konstanten und Grenzwerte der Einschaltung.

Festwerte der Weiche 1:10 in der Grenzstellung „nach innen“ gegeben:

$$\begin{aligned} r_1^* &= 300000, \\ \psi_1^* &= 2^\circ 02' 50.2'', \\ m_{20} &= m = 1900, \end{aligned}$$

hieraus für die dritte Einschaltung Gleichung 50–52):

$$e = 16837; \beta_1 = 0^\circ 40' 25.7''; \beta_2 = 1^\circ 22' 24.5'',$$

oberer Grenzwert: r_o^{III} ergibt sich aus: $\varphi_2 = 0$ Gleichung 52) zu:

$$r_o^{\text{III}} = r_1^* + \frac{e}{2 \sin \beta_2} = 651223;$$

läßt man eine größte Sehnenlänge der gesamten Einschaltung von 100 m zu, so erhält man mit: $2 r_u^{\text{III}} \cdot \sin \vartheta = 100000$

einen unteren Grenzwert: $r_u^{\text{III}} = \frac{100000 r_1^*}{100000 - e} = 360737$ (ein

absoluter unterer Grenzwert r_u^{III} ergibt sich aus: $\sin \vartheta = 1$, derselbe kommt aber zur Ausführung wohl nie in Betracht). Für obigen Wert $r_u^{\text{III}} = 360737$ erhält man: $f_1 = 492$ als ungefähr größte Geleisverschiebung.

Die Grenzwerte für die zweite Einschaltung Gleichung 48a) werden wie die obigen ermittelt, indem wir einfach die Werte e, β_1, β_2 abändern entsprechend der Tatsache, daß der Kreis r_2 (Abb. 6) jetzt nicht mehr am Stoß hinter dem Herzstück, sondern in einem um $m = 1900$ vor diesem gelegenen Punkte die Weichengerade (g_{21}) berührt.

Wir erhalten so

$$e' = \sqrt{e^2 + m^2 - 2 e m \cos \beta_2} = 14938,$$

$$\beta_1' = \beta_1 - \chi; \beta_2' = \beta_2 + \chi, \text{ wo } \sin \chi = \frac{m}{e'} \cdot \sin \beta_2,$$

$$\beta_1' = 0^\circ 29' 56.8''; \beta_2' = 1^\circ 32' 53.4'';$$

es ergibt sich daraus: $r_u^{\text{II}} = 576448$ als untere Grenze.

Die Konstanten der Gleichung 48a) ergeben sich zu:

$$\Delta p = 595; \Delta z = 25649.$$

Für die erste Einschaltung endlich hat man folgende Festwerte (Abb. 5):

$$m_{21} = m = 1900, k_{11} = -a_{11} + f_{11} = -16650;$$

$$k_{21} = c_{21} + k = 10910$$

und erhält als unteren Grenzwert r_u^{I} , bis zu dem Einschaltung unter Wahrung der Bedingung $r_1 = \rho_1$ möglich ist, mit

$$\rho_1^* = 419728; r_u^{\text{I}} = 593484,$$

die obere Grenze für Einschaltung I ist $\infty = r$.

Als zweites Beispiel behandeln wir eine aus der Auslenkung der normalen Weiche 1:8 und dem Herzstück der Weiche 1:10:747 zusammengesetzte Weichenanordnung, die zur Einschaltung in besonders scharfe Krümmungen angewendet werden kann, wenn im Zweiggeleis der Radius der „Achterzunge“ (165000) zulässig ist.

Gegeben sind:

$$\begin{array}{lll} a_{11} = 3200, & b_{21} = b_{22} = 1745, & \alpha_2 = 5^\circ 20' 00'', \\ b_{11} = 3211, & k = 3630, & \alpha_1 = 2^\circ 24' 07'', \\ b_{12} = 3214, & & 2\delta = 2^\circ 55' 53'', \\ & & 2\sigma = 7^\circ 44' 07''. \end{array}$$

Wir setzen $d = 7939$ (= dem entsprechenden Wert der normalen Weiche 1:10:747) und erhalten nacheinander:

$$g_{22}^0 = -3902 = -g_{12}^0$$

(die Gerade liegt hinter der Auslenkung),

$$\rho_2^0 = 285849,$$

$$l_{2a}^0 = 18565.$$

Die Konstanten der Gleichung 34a) ergeben sich mit $g_{12}^* = 0, \rho_2^* = 165000$ zu:

$$f_{11}^{34} = -10861.9; \frac{B_{34}}{A_{34}} = -0.057675.$$

Die Konstanten der Gleichung 36) sind mit $\psi_2^* = 6^\circ 15' 53''$ berechnet zu:

$$f_{11}^{36} = -12517; \frac{B_{35}}{A_{34}} = \cotg \sigma = 14.7916429,$$

die Bestimmungsstücke des Drehpunktes C_{2g} sind hiernach:

$$\begin{array}{lll} p_{11} = -111.5, & f_{11} = -10868.3, & \\ c_{11} = -7657, & c_{12} = -7640, & p_{12} = -566.877, \\ c_{21} = -10891, & c_{22} = 10913.8, & p_{22} = -383.284, \\ g_{21} = +3234. & & \end{array}$$

Die Grenzwerte sind berechnet zu:

$$\psi_1^* = 3^\circ 29' 17.3'', \rho_2^* = 164950 \text{ statt genau} = 165000;$$

$$l_{2a}^* = 18564.9 \text{ statt genau} = 18565; \rho_1^* = 251470;$$

soll als Grenze $\rho_1^* = 300000$ festgehalten werden, so erhält man:

$$\rho_1^* = 2^\circ 55' 33.4'', \rho_2^* > 165000.$$

Nimmt man dagegen den Punkt C_m Gleichung 33) als Drehpunkt, so erhält man die Grenzwerte:

$$\rho_2^* = 165000; \rho_1^* = 384770; \psi_1^* = 2^\circ 10' 27''.$$

Die Bestimmung des Drehpunktes nach Gleichung 34) statt nach Gleichung 33) erweitert also den Bereich der Drehbarkeit des vorliegenden Weichenbildes um den schon ganz erheblichen Betrag von $1^\circ 18' 50''$, bzw. $0^\circ 45' 06''$.

Nachtrag.

Die praktische Ausrechnung der Gleichungen 33) bis 37) gestattet folgende Vereinfachungen: Gleichung 34) wird abgekürzt durch die Wahrnehmung, daß ihre drei Konstanten mit $\rho_2^* = \rho_2^0$ und $g_{22}^* = g_{22}^0$ jede für sich der Null gleich werden müssen. In Gleichung 37) ersetzt man mit genügender

$$\text{Annäherung den Ausdruck } \frac{\frac{\frac{\Psi_1}{2} - \frac{\Psi_1}{2}}{\frac{\Psi_1}{2} \cdot \frac{\Psi_1}{2}}}{\frac{\Psi_1}{2} \cdot \frac{\Psi_1}{2}} \text{ durch } \frac{1}{3} \cdot \frac{\Psi_1}{2}.$$

Anstatt f_{11}^{34} aus Gleichung 34) unmittelbar zu bestimmen, kann man einfacher folgendermaßen rechnen: aus Gleichung 35)

$$\text{gewonnen: } f_{11}^{34} = f_{11}^{33} + \frac{g_{22}^* - g_{22}^0}{2} \cdot \frac{\Psi_2^*}{\Psi_1^*}, \text{ worin: } \Psi_2^* = \frac{l_{2a}^0 - g_{22}^*}{\rho_2^*};$$

die Rechnung wird mit dem Rechenschieber ausgeführt. Analog ist Gleichung 35) zu behandeln. Logarithmische Rechnung erfordern demnach nur die Gleichungen 33) und 36).

Elektrische Stadt- und Vorortsbahnen in Hamburg.

(Hiezu Tafel XXIV).

Die Notwendigkeit einer Erweiterung, bzw. eines Ausbaues des Stadt- und Vorortsbahnnetzes in Hamburg besteht seit vielen Jahren und ist allgemein anerkannt. Bereits im Jahre 1893 ist durch die hamburgische Baudeputation ein Vorortsbahnprojekt ausgearbeitet worden. Dasselbe bestand aus dem Ausbaue der vorhandenen Verbindungsbahn durch einen nördlich von derselben laufenden Ring und

war als Vollbahn mit Dampfbetrieb gedacht. Später wurde eine elektrische Kleinbahn in Vorschlag gebracht, die möglichst nahe an die innere Stadt herangeführt werden und um dieselbe einen engen Ring bilden sollte.

Nach jahrelanger Bearbeitung aller in Betracht kommender Verhältnisse wurde im Jahre 1901 vom Senate der Bürgerschaft eine

Vorlage zugestellt, nach welcher sich die mit dem hamburgischen Staate einen Vertrag abschließenden Gesellschaften verpflichteten, Bau und Betrieb der neuen Bahn, sowie die Herstellung einer Verbindungsstraße zwischen Rathausmarkt—Schweinemarkt (Hauptbahnhof Hamburg) für ihre Rechnung auszuführen. Im Februar 1904 wurde diese Vorlage von der Bürgerschaft abgelehnt und der Senat um eine neue Vorlage ersucht, nach welcher die Bahn als Hoch- und Untergrundbahn erbaut, der Bahnbau für Rechnung des Staates beschafft und der Bahnbetrieb auf längstens 40 Jahre verpachtet werden sollte; auch sollte eine Vollbahn von Hasselbrook nach Ohlsdorf gebaut werden. Diese letztere Bahnstrecke ist bereits in der Ausführung begriffen.

Der jetzt vorliegende neue Antrag des Senates vom Oktober 1. J., der von allen Seiten mit größter Freude begrüßt wird und über den hoffentlich eine baldige Einigung der gesetzgeberischen Faktoren zu erwarten ist, trägt den Wünschen der Bürgerschaft vollständig Rechnung. Die neue Vorlage stellt zunächst fest, daß der Straßendurchbruch Rathausmarkt—Schweinemarkt mit dem Bahnprojekte als untrennbarer Verbindung anzusehen ist, und umfaßt:

I. Bahnprojekt.

(Siehe Lageplan.)

Die teils als offene Strecken, teils als Tunnelstrecken auszuführenden Bahnbauten werden bestehen:

1. aus einer Linie vom Hafentor über Baumwall, Rödingsmarkt, bei der Börse vorbei, neue Durchbruchstraße nach dem Hauptbahnhofe am Schweinemarkt, durch St. Georg gehend am Eilbecker Kanal entlang über Barmbeck nach Winterhude;

2. anschließend an 1. aus einer Linie vom Hafentor über Millerntor nach Eppendorf und Winterhude, hier die Linie unter 1. zu einer Ringbahn schließend;

3. aus einer Anschlußlinie an die Linie unter 2. von Eppendorf nach Ohlsdorf;

4. aus einer Anschlußlinie vom Schlump nach dem Marktplatz in Eimsbüttel;

5. aus einer Anschlußlinie von der Großen Allee in St. Georg über den Lübecker Güterbahnhof nach Rothenburgsort.

Von der Haltestelle Rothenburgsort ausgehend ist eine östliche äußere Ringstrecke projektiert, die vom besagten Bahnhofe durch den äußeren Hammerbrook nach Barmbeck führt, deren Ausführung jedoch noch vorbehalten ist. Wie eine zukünftige Erweiterung der Freihafenbahn gedacht ist, ist aus dem Lageplane zu ersehen.

Die elektrische Kraft zum Betriebe der Bahnen wird aus den hamburgischen Elektrizitätswerken oder aus eigenen Kraftwerken zu beziehen sein.

Die Bahnen werden so hoch über oder so tief unter Terrainhöhe zu liegen kommen, daß sich der Straßenverkehr ungehindert unter oder über der Bahn bewegen kann. Die Bahnen werden tunlichst auf Dämmen oder in offenen Einschnitten vorgesehen.

Ist die Höhe der Grunderwerbskosten zu bedeutend oder ist es aus verkehrstechnischen oder ästhetischen Gründen geboten, so sind Tunneln oder Viadukte vorgesehen.

Die größte Steigung ist 1:40, die Bahnradien sind im allgemeinen nicht kleiner als 100 m. Die Spurweite ist die normale; die Bahn wird zweigeleisig angelegt. Es ist gedacht, die Bauausführung

den Firmen Siemens & Halske A.-G. und Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin zu übertragen, und liegt ein Vertrag mit diesen Gesellschaften vor, nach welchem dieselben den Bau der Stadt- und Vorortsbahnen zum Gesamtpreise von M 41,143.600 übernehmen wollen. Die unter 1. und 2. aufgeführten Linien sollen innerhalb fünf voller Baujahre nach Genehmigung des Vertrages und die unter 3. bis 5. aufgeführten Anschlußlinien innerhalb weiterer fünf Baujahre fertig zum Betriebe gestellt werden.

Der Betrieb der Bahnen soll auf 40 Jahre verpachtet werden, und zwar derart, daß der Staat keine feste Pachtsumme erhält, sondern einen Anteil an den Betriebseinnahmen und später einen Anteil am Reingewinne des Betriebsunternehmens. Es wird also vom Staate ein Teil des Verkehrsrisikos getragen.

Der Wert aller für die Stadt- und Vorortsbahnen staatsseitig zu erwerbenden Grundstücke, ausgenommen der für die Durchbruchstraße und die Sanierung des Stadtteiles in Anspruch genommenen, wird auf zirka M 7,000.000 geschätzt.

Die mit dem Bahnbaue in Zusammenhang stehenden Straßen-, Leitungs- und sonstigen Arbeiten sollen vom Staate selbst ausgeführt werden. Diese Kosten sind auf M 5,340.000 veranschlagt.

II. Durchbruchstraße Rathausmarkt—Schweinemarkt und Sanierung des Stadtteiles zwischen Spitalerstraße und Steinstraße.

In dem im Jahre 1901 vorgelegten Straßenprojekte erboten sich Privatunternehmer gegen einen bestimmten Staatszuschuß und Erteilung des Expropriationsrechtes bezüglich der durch das Projekt betroffenen Grundstücke den Straßenkörper dem Staate zur Verfügung zu stellen. Jetzt soll der Straßendurchbruch für Rechnung des Staates ausgeführt werden, und zwar ist dabei Voraussetzung, daß der Straßendurchbruch mit der Ausführung der Untergrundbahn auf dieser Strecke kombiniert wird.

Da die neue Straße den direkten Verkehr zwischen Rathaus, Börse und Hauptbahnhof vermitteln soll, ist die Straßenbreite auf 29 m festgesetzt, und zwar 16 m Pflasterbahnbreite und 6.5 m Breite jedes der beiden Trottoire.

Der Straßendurchbruch ist mit der Sanierung des Stadtteiles zwischen Pferdemarkt und Schweinemarkt, bzw. Spitalerstraße und Steinstraße in Verbindung gebracht, und sollen die Baublöcke, um denselben genügend Licht und Luft zuzuführen, durch Lokalstraßen aufgeteilt werden, bzw. werden kleinere Straßen und Höfe, deren Bebauung den jetzigen Ansprüchen nicht mehr genügt, aufgehoben.

Die Grundsteuertaxen der vom Staate zu erwerbenden Grundstücke betragen M 35,770.850. Rechnet man 80% dieser Taxe als Ankaufswert, so ergibt sich eine Summe von M 28,616.680. Vom Staate werden zirka 41.900 m² wieder verkauft werden können. Stellt man den Verkaufspreis mit M 400 pro m² in Rechnung, so ergibt sich ein Erlös von M 16,760.000.

Der Gesamtverlust stellt sich demnach auf:

M 28,616.680

„ 16,760.000

M 11,856.680.

Die Straßenbaukosten sind auf M 1,460.000 veranschlagt.

Hamburg, Oktober 1905.

Bau-Inspektor Ludw. Schrader.

Vereins-Angelegenheiten.

BERICHT

Z. 611 v. 1905.

über die 4. (Wochen-)Versammlung der Tagung 1905/1906

Samstag den 25. November 1905.

1. Der Vereinsvorsteher, Herr Generalinspektor Gustav Gerstel, eröffnet um 7 Uhr abends die Sitzung, verkündet die Tagesordnungen der nächstwöchentlichen Versammlungen, verweist auf die am 6. Dezember stattfindenden Brandversuche im Modelltheater, gibt bekannt, daß die Festschrift der 50jährigen Jubelfeier des Polytechnikums in Zürich unseren Mitgliedern zum ermäßigten Preise von Frs 25 für beide Bände und Frs 15 für einen Band zur Verfügung steht, und ladet, da sich niemand zum Worte meldet,

2. Herrn Inspektor Dozent Vicenz Pollack ein, den angekündigten Vortrag zu halten: „Erfahrungen über den Lawinenverbaui in Österreich.“

Der Vortragende schildert, anknüpfend an den vor 13 Jahren von ihm im Vereine über denselben Gegenstand gehaltenen Vortrag (Vergl. „Zeitschrift“ v. 1902 S. 309), die Ausführung dieser mächtigen Arbeiten im Hochgebirge. Ein reiches Material an Photographien, im Saale ausgehängt, und über 70 projizierte Lichtbilder unterstützen wirkungsvoll den Vortrag, welchen die zahlreich besuchte Versammlung mit Aufmerksamkeit verfolgt und mit lebhaftem Beifalle belohnt.

Der Vorsitzende schließt gegen 9 Uhr abends die Sitzung mit den folgenden vom Beifalle der Anwesenden begleiteten Worten:

„Ich danke dem Herrn Vortragenden verbindlichst für den fesselnden Inhalt von hohem wissenschaftlichen Werte, den er seinem Vortrage gegeben und der allen jenen, denen es noch nicht bekannt war, er-

wies, welch großes Verdienst an der schwierigen und dauernden Bekämpfung der Lawinengefahr dem Herrn Vortragenden zufällt.“

C. v. Popp.

Vermischtes.

Personal-Nachrichten.

Der Kaiser hat verliehen den Herren Hugo Freiherr v. Buschmann, Ministerialrat im Eisenbahnministerium, das Komturkreuz des Franz Joseph-Ordens mit dem Sterne und Josef Budau, Baurat der Landesregierung in Dolny-Tuzla, das Ritterkreuz des Franz Joseph-Ordens, ferner ernannt Herrn Vize-Admiral Julius v. Ripper, bei Enthebung vom Posten des Hafenadmirals und Kriegshafenkommandanten in Pola auf die Dauer der Mission, zum Kommandanten der aus Sr. Majestät Schiffen „Sankt Georg“ und „Szigetvar“ zu bildenden Flottenabteilung.

† Carlo v. Boog, n. ö. Landes-Ober-Baurat (Mitglied seit 1879), ist am 26. November im Alter von 51 Jahren einem Herzleiden erlegen.

† Architekt Otto Thienemann, k. k. Baurat (Mitglied seit 1870), der Erbauer des Vereinshauses, ist am 28. November nach langem Leiden im Alter von 78 Jahren verschieden.

Offene Stellen.

90. Im Status der alpinen Salinenverwaltungen gelangen eine Ober-Bergratstelle in der VI. Rangsklasse, eventuell die Stelle eines Ober-Berg- oder Ober-Hüttenverwalters in der VIII., eventuell die eines Berg- oder Hütten- oder Materialverwalters in der IX., eventuell mehrere Salinenverwaltungs-Adjunktenstellen in der X. Rangsklasse mit den systemmäßigen Bezügen zur Besetzung. Bewerber um eine dieser Stellen haben neben den sonstigen allgemeinen Erfordernissen die bisherige Verwendung beim Sohlenbergbau- und Sudhüttenbetriebe nachzuweisen. Gesuche sind bis 9. Dezember l. J. beim Präsidium der k. k. Finanzdirektion in Linz einzureichen.

91. Im Laufe der nächsten Zeit gelangen an einer Reihe staatlicher gewerblicher Lehranstalten Lehrstellen verschiedener Richtung zur Besetzung, und zwar: 1. für mechanisch-technische Fächer an Fachschulen für Bau- und Maschinenschlosserei, beziehungsweise Kleinisenindustrie (zu besetzen in Bruck a. d. M., Ebensee, Fulpmes, Waidhofen a. d. Y.); 2. für die Bau- und Zeichenfächer an Staatsgewerbeschulen mit baugewerblichen Abteilungen, an Bau- und Kunsthandwerkerschulen, an Fachschulen, Staatshandwerkerschulen und an offenen Zeichensälen für Angehörige der Bau- und verwandten Gewerbe (zu besetzen in Pilsen, Trient, Ebensee, Bruck a. d. M., Hallein, Laibach, Klagenfurt, Görz). Gefordert wird unter 1: Absolvierung der Maschinenbauschule einer Technischen Hochschule, eventuell einer höheren Gewerbeschule mechanisch-technischer Richtung; in beiden Fällen mehrjährige Werkstättenpraxis (deutsche Unterrichtssprache); unter 2: Absolvierung der Hochbauschule einer Technischen Hochschule oder der Architekturschule der Akademie der bildenden Künste in Wien; es kommen Schulen mit deutscher, italienischer, slovenischer, mit italienisch-slovenischer und italienisch-kroatischer Unterrichtssprache in Betracht. Bewerber um eine dieser Lehrstellen haben ihre Gesuche mit Angabe jener Stelle, die sie anstreben und lediglich belegt mit genauen, ausführlichen curriculum vitae, ohne Beischluß weiterer Dokumente, insbesondere ohne Kunstbeilagen, bis längstens 15. Dezember l. J. beim k. k. Ministerium für Kultus und Unterricht einzureichen.

92. Vom steierm. Landes-Bauamte werden zwei Ingenieure behufs Verwendung zu Projektierungen und Bauausführungen bei Flußbauten gesucht. Bewerber haben ihre Gesuche mit Nachweis der zurückgelegten Studien an einer Technischen Hochschule sowie der eventuellen bisherigen praktischen Verwendung bis 15. Dezember l. J. an das Landes-Bauamt in Graz zu richten. Näheres im Anzeigenblatte.

93. Im Landesbaudienste von Tirol gelangen mit 1. Jänner 1906 zur Besetzung: a) im Landes-Bauamte: die Stelle eines Ober-Baurates mit dem Gehalte, den Aktivitätsbezügen und Versorgungsansprüchen der VI. Rangsklasse; die Stelle eines Baurates in der VII. Rangsklasse und die durch eventuelle Vorrückung freiwerdenden Stellen eines Ober-Ingenieurs der VIII. Rangsklasse, eines Ingenieurs der IX. Rangsklasse und eines Ingenieur-Adjunkten der X. Rangsklasse; b) im kulturtechnischen Landesamte: die Stelle eines Kultur-Oberingenieurs der VIII. Rangsklasse und eventuell die durch Vorrückung freiwerdenden Stellen eines Landes-Ingenieurs in der IX. und eines Landes-Ingenieuradjunkten in der X. Rangsklasse. Gesuche sind bis 15. Dezember l. J. an den Landes-Ausschuß in Innsbruck zu richten. Näheres im Anzeigenblatte.

94. Turbinen-Ingenieure mit Praxis werden gesucht. Bewerber erfahren Näheres durch Herrn Professor A. Budau, Technische Hochschule Wien.

Zusammenstellung der bisherigen Leistungen beim Baue der großen Alpentunnels am Schlusse des Monats Oktober 1905.

Art der Leistung (Längen in m)	Tunnel . . Seite . .	Bosruck (lang 4770 m)		Tanern (lang 8526 m)		Karawanken (lang 7076 m)	
		Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd
1. Sohlstollen.	Stollenlänge am 30. Sept.	2171.8	2469.7	3597.7	1043.9	—	—
	Monatsleistung	29.5	—	159.3	41.6	—	—
	Stollenlänge am 31. Okt.	2201.3	2469.7	3757.0	1085.5	—	—
	Gesteinsart, Festigkeitsverhältnisse, Druckerscheinungen, Art der Bohrung u. s. w.	1)	2)	3)	4)	5)	—
2. Firststollen.	Gesamtleistung am 30. Sept.	2166	2038	1256	—	—	—
	Monatsleistung	3	106	65	—	—	—
	Gesamtlänge am 31. Okt.	2169 ⁶⁾	2144 ⁷⁾	1321	—	—	—
3. Vollausbruch.	Gesamtleistung am 30. Sept.	1688	1861	1028	—	4806	2873
	Monatsleistung	296	—	32	—	123	45
	Gesamtleistung am 31. Okt.	1984	1861	1060	—	4929	2918
	In Arbeit am 31. Okt.	178	480	75	—	—	81
	am 30. Sept.	474	424	76	—	81	54
4. Mauerung der Widerlager und des Gewölbes.	Gesamtleistung am 30. Sept.	1680	1861	968	—	4708	2747
	Monatsleistung	288	—	49	—	151	135
	Gesamtleistung am 31. Okt.	1968	1861	1017	—	4859	2882
	In Arbeit am 31. Okt.	192	440	29	—	53	36
	am 30. Sept.	480	376	20	—	98	128
5. Sohlen-gewölbe.	Gesamtleistung am 30. Sept.	1036	64	310	—	596	1627
	Monatsleistung	—	—	—	—	116	156
	Gesamtleistung am 31. Okt.	1036	64	310	—	712	1783
	In Arbeit am 31. Okt.	—	—	—	—	12	72
	am 30. Sept.	—	—	—	—	21	50
6. Kanal.	Gesamtleistung am 30. Sept.	1594	855	806	—	3659	1591
	Monatsleistung	566	—	—	—	324	—
	Gesamtleistung am 31. Okt.	2160	855	806	—	3983	1591
	In Arbeit am 31. Okt.	—	—	—	—	309	—
	am 30. Sept.	86	—	—	—	330	—
7. Tunnel-röhre vollendet.	Gesamtleistung am 30. Sept.	76	131	784	—	2540	1565
	Monatsleistung	—	—	—	—	—	—
	Gesamtlänge am 31. Okt.	76	131	784	—	2540	1565

1) Der seit 19. Mai eingestellte Vortrieb des Sohlstollens wurde am 25. Oktober mit vier Druckluftbohrmaschinen, System Gatti, wieder aufgenommen. Die Wassermenge am Mundloche betrug 230 bis 250 Sek./l. Kein Druck, kein Einbau, gasfrei.

2) Der Vortrieb des Sohlstollens ist seit dem 17. Mai eingestellt. Die Wassermenge aus dem Sohlstollen von 240 auf 230, am Mundloche von 400 auf 370 Sek./l. gefallen. Sohlstolleneinbau bis vor Ort fortgesetzt. Bei normalem Betriebe Sohl- und Firststollen völlig gasfrei.

3) Granitgneis wenig gebankt, kompakt, hart, trocken. Kein Druck, kein Einbau. Wassermenge 9 bis 16 Sek./l. Brandtsche Druckwasserbohrmaschinen.

4) Harter Gneis mit geringer Längsklüftung; meist vollkommen trocken. Kein Druck, kein Einbau. Handbohrung.

5) Wasserabfluß am Mundloche 8 bis 10 Sek./l.; Einbauauswechselungen im Sohl- und Firststollen.

6) Vortrieb am 26. Oktober wieder aufgenommen. Handbohrung, gasfrei.

7) Werfenschiefer, dann graphitführender dolomitischer Kalk, stellenweise feucht und naß; Maschinenbohrung.

Vergabung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Die Gemeindevorsteherung Altstadt bei Tetschen a. d. Elbe vergibt im Offertwege den Bau einer Wasserleitung. Anbote sind bis 5. Dezember 1. J., mittags 12 Uhr, bei der genannten Gemeinde einzureichen, bei welcher auch Pläne, Kostenanschlag und Bedingungen eingesehen werden können. Vadium 10%.
2. Wegen Vergabung des Baues eines staatlichen Schulgebäudes in Győr im veranschlagten Kostenbetrage von K 22.123-38 findet am 7. Dezember 1. J., vormittags 9 Uhr, beim k. u. Staatsbauamte in Győr eine Offertverhandlung statt. Pläne, Kostenanschlag und Bedingungen können beim genannten Staatsbauamte eingesehen werden. Vadium 5%.
3. In der Station St. Anton der Arlbergbahn kommt eine Druckwasserleitung zur Ausführung, bei welcher Wasserleitungsrohre verschiedenen Kalibers (Gußrohre, beziehungsweise Mannesmannrohre) in einer Gesamtlänge von zirka 3000 m benötigt werden. Anbote auf die Lieferung dieser Wasserleitungsrohre sind bis 11. Dezember 1. J., vormittags 9 Uhr, in der Expeditskanzlei der k. k. Staatsbahndirektion Innsbruck einzureichen. Die bezüglichlichen Offertbeihilfe können bei der Abteilung 3 der genannten Direktion gegen Erlag von K 1-20 behoben werden. Vadium 5%.
4. Die k. k. Staatsbahndirektion Wien vergibt im Offertwege die Lieferung und Montierung von zwei gleichen Blechbrücken über den Mauerbach in Km 8-555 der Linie Wien—Salzburg im annäherungsweise Gesamtgewichte von 60 t. Anbote sind bis 11. Dezember 1. J., mittags 12 Uhr, bei der genannten Direktion einzureichen. Pläne, Bedingungen etc. können bei der dortigen Abteilung für Bahnerhaltung und Bau eingesehen werden.
5. Die k. k. Generaldirektion der Tabakregie in Wien vergibt im Offertwege folgende Bauherstellungen bei der k. k. Tabakfabrik in Schwaz, und zwar: den Zubau zum Blattmagazine im veranschlagten Kostenbetrage von K 30.000, eine neue Abortanlage im Kostenbetrage von K 7700 und bauliche Änderungen im Verschleißmagazinstrakte im Kostenbetrage von K 4500. Anbote sind bis 14. Dezember 1. J., vormittags 11 Uhr, bei der k. k. Tabakfabrik Schwaz einzureichen, bei welcher auch die näheren Bedingungen, sowie Pläne und Kostenüberschläge eingesehen werden können.
6. Das Bürgermeisteramt Jungbuch (Böhmen) vergibt im Offertwege den Bau einer Wasserleitung. Der Bau umfaßt die Herstellung der gesamten Erd- und Rohrlegearbeiten samt Lieferung der Materialien für das 14.720 m lange Rohrnetz mit den lichten Weiten von 200 mm bis 60 mm, ferner die Herstellung eines Sammelbehälters im Quellengebiete, des Hochbehälters für Marschendorf mit 1000 hl, des Hochbehälters für Jungbuch mit 4000 hl Inhalt und der Entlastungskammer für Trübenwasser. Anbote sind bis 15. Dezember 1. J., mittags 12 Uhr, beim Bürgermeisteramte Jungbuch einzureichen, bei welchem auch Projektspläne zur Einsicht aufliegen und die Bau- und Vergabungsbedingungen sowie die Maßenberechnungen gegen eine Vergütung von K 10 erhältlich sind. Vadium 10%.
7. Wegen Vergabung des Baues einer Markthalle in Segovia im veranschlagten Kostenbetrage von Pesetas 138.512-28 findet am 21. Dezember 1. J. eine Offertverhandlung statt. Anbote sind bis 20. Dezember an die Secretaría del Ayuntamiento Constitucional de Segovia oder an die Dirección General de Administración (Ministerio de Gobernación) in Madrid zu richten. Die zu erlegende Kautions beträgt 5% des Kostenvoranschlages.
8. Die k. k. Staatsbahndirektion Krakau vergibt im Offertwege die Ausführung eines Hochreservoirgebäudes aus armiertem Beton exklusive mechanischer Einrichtung für die Zugförderungsanlage in Podgorze-Plaszów. Anbote sind bis 22. Dezember 1. J., mittags 12 Uhr, bei der genannten Direktion einzureichen, bei welcher auch (Abteilung für Bahnerhaltung und Bau) die näheren Bestimmungen für die Einbringung der Angebote, Planskizze u. s. w. eingesehen werden können. Vadium K 1500.
9. Die Sparkassen-Direktion in Veszprém vergibt im Offertwege den Bau eines Zinshauses im veranschlagten Kostenbetrage von K 120.000. Anbote sind bis 28. Dezember 1. J., mittags 12 Uhr, bei der genannten Direktion einzureichen, bei welcher auch Pläne, Kostenanschlag und Bedingungen eingesehen werden können. Vadium 5%.
10. Wegen Vergabung des Baues einer röm.-kath. Kirche in der Gemeinde Garta im veranschlagten Kostenbetrage von K 50.000 findet am 7. Jänner 1905, vormittags 10 Uhr, beim röm.-kath. Seelsorgeramte in Kapuvár eine Offertverhandlung statt. Die bezüglichlichen Offertbeihilfe liegen beim genannten Seelsorgeramte zur Einsicht auf. Vadium 5%.

Eingelangte Bücher.

Die Werke Nr. 10.415 bis 10.492 wurden der Bibliothek von Herrn Ing. J. Deutsch gespendet.

- 10.415 Herr v. Nördling und die Konkurrenz von Kanalweg und Eisenbahn. Von Sympher. 80. 13 S. m. 1 Taf. Leipzig 1885.
 10.416 Les Perforatrices à Air comprimé Système Dubois et François. Par A. Darhelet. 80. 23 S. m. 6 Taf. Paris 1875.
 10.417 Endiguement et Dessèchement du Zuiderzee. Par J. M. Tilders. 80. 92 S. m. 1 Taf. Leyden 1892.

- 10.418 Le Pont sur la Manche. 80. 185 S. m. 11 Taf. Paris 1892.
 10.419 Der Braunkohlenreichtum und die Braunkohlenbahnen Böhmens. Von V. Noback. 80. 35 S. m. 2 Taf. Wien 1886.
 10.420 Die graphische Zusammensetzung der Kräfte. Von F. Steiner. 80. 38 S. m. 27 Abb. Wien 1886.
 10.421 Die Entwässerung des Wirtzenbruchs und die Bewässerung durch Leinewasser. Von A. Hess. 80. 71 S. m. 1 Taf. Braunschweig 1869.
 10.422 Gutachten, betreffend die Entwässerung der Ilmenau-Niederung. Von A. Hess. 80. 128 S. m. 1 Taf. Lüneburg 1887.
 10.423 Note sur la nouvelle Gare Centrale de Lisbonne. Par E. Pitsch. 80. 19 S. m. Abb. u. 2 Taf. Paris 1890.
 10.424 Projekt und Ausführung des Lagerhauses in Frankfurt a. M. Von G. Luther. 80. 17 S. m. Abb. Braunschweig 1888.
 10.425 Nürnberg am Ende des XIX. Jahrhunderts. 80. 557 S. m. 52 Abb. u. 2. Tab. Nürnberg 1893.
 10.426 Gutachtliche Äußerungen zum Binnenschiffahrtsgesetzentwurf. 80. 97 S. Berlin 1894.
 10.427 Tonnage sur Cable métallique Système de Mesnil. Par A. Buquet. 80. 32 S. m. 1 Taf. Paris 1869.
 10.428 Die Staatssubventionen für Privatbahnen. Von Dr. G. Gross. 80. 186 S. Wien 1882.
 10.429 Tarifkrieg, Tariffriede. Von L. Itzeles. 80. 22 S. Wien 1883.
 10.430 Das Tarifwesen der österreichischen Privateisenbahnen. Von Dr. E. Lange v. Burgenkron. 80. 104 S. Wien 1882.
 10.431 Das Personenporto. Von Dr. Th. Hertzka. 80. 176 S. Wien 1885.
 10.432 25 Jahre ungarischer Finanz- und Volkswirtschaft 1867—1892. Von A. Deutsch. 95 S. Berlin 1892.
 10.433 Die Zollnovelle vom März 1885. Von G. v. Berg. 80. 57 S. Wien 1885.
 10.434 Die wirtschaftlichen Verhältnisse der Vereinigten Staaten von Amerika in ihrer Rückwirkung auf diejenigen Europas. Von A. v. Totis. 80. 42 S. Berlin 1881.
 10.435 Die amerikanische Weizenproduktion. Von F. Kapp. 80. 32 S. Berlin 1880.
 10.436 Deutschlands Getreideproduktion, Brodbedarf und Brodbeschaffung. Von C. Lorenz. 80. 36 S. Berlin 1881.
 10.437 Die Gesetze der sozialen Entwicklung. Von T. Hertzka. 80. 300 S. Leipzig 1886.
 10.438 Übersichten der Weltwirtschaft. Von Dr. F. X. v. Neumann-Spallart. 80. 376 S. Stuttgart 1881.
 10.439 Die Krisis in der Landwirtschaft und Mittel zur Abhilfe. Von M. Wirth. 80. 352 S. Berlin 1881.
 10.440 Währung und Handel. Von Dr. Th. Hertzka. 80. 416 S. Wien 1876.
 10.441 L'Indo-Chine Cochinchine Française Royaume de Cambodge, Royaume d'Annam et Tonkin. Par Ch. Lemire. 80. 414 S. m. 1 Karte. Paris 1884.
 10.442 Beschrijving van de Brug over de Lek te Kuilenburg. Door G. v. Diesen. 40. 143 S. m. 43 Taf. s'Gravenhage 1872.
 10.443 Der Oder-Spreekanal mit seiner Abzweigung nach Schwedt. 40. 56 S. m. 6 Taf. Berlin 1880.
 10.444 Kanalisation der Mosel von Arnaville bis Metz. Von F. Schlichting. 40. 14 S. m. 12 Taf. Berlin 1874.
 10.445 Die Loire und ihre Wasserverhältnisse. Von Roeder. 40. 15 S. m. 6 Taf. Berlin 1867.
 10.446 Über die Wasserverhältnisse der Moldau in den Jahren 1845—1876. Von J. V. Reiter. 40. 7 S. m. 3 Taf. Prag 1884.
 10.447 Die Reform der Mainschiffahrt. Von E. Bellingrath. 40. 103 S. m. 3 Taf. Dresden 1880.
 10.448 Wettbewerb um Entwürfe für ein Segel- oder Lustschiff zum Befahren der Oder, des Oder-Spreekanals und der Spree innerhalb Berlin. 40. 20 S. m. 3 Taf. Berlin 1893.
 10.449 Rhein-Weserkanal. Von K. Michaelis. 40. 51 S. m. 4 Taf. Berlin 1864.
 10.450 Rhein - Weser - Elbekanalprojekt. Verhandlungen am 6. März 1897 über das — im Reichstagsause. 40. 30 S. Berlin 1897.
 10.451 Beschreibung von Wasserbauanlagen in Irland. Von K. Michaelis. 40. 24 S. m. 6 Taf. Berlin 1866.
 10.452 Die Moldau- und Elbekanalisation, ihr dermaliger Stand und ihre künftige Gestaltung. Von Mrasick. 80. 5 S. m. 1 Taf. Prag 1901.
 10.453 Die neueren mechanischen Schiffzugsysteme. Von E. Egan. 40. 24 S. m. 77 Abb. u. 2 Taf. Budapest 1899.
 10.454 Die Wasserstraßen in den Vereinigten Staaten von Amerika. Von Ch. Mosler. 80. 69 S. 2 Taf. Berlin 1877.
 10.455 Über die Kanalisation der Hochmöre im mittleren Emsgebiete. Von E. Marcard. 80. 64 S. m. 2 Taf. Osnabrück 1871.
 10.456 Die Prag-Smichover Steinbrücke. Von J. V. Reiter. 40. 30 S. m. 5 Taf. Prag 1876.
 10.457 The Forth-Bridge. By W. Westhofen. 40. 71 S. m. 19 Taf. London 1890.
 10.458 Die Donaubrücke der österr.-ungar. Staatseisenbahngesellschaft bei Stadlau. Folio. 22 S. m. 14 Taf. Wien 1870.

10.459 Projekt eines Elbe-Dniester-Kanals und sein Zusammenhang mit dem Donau-Oder-Kanal. Von A. Smeček. Folio. 22 S. m. 7 Taf. Wien 1902.

10.460 Berechnung der Monier-Gewölbe. Von J. A. Spitzer. 40. 16 S. m. 3 Taf. Wien 1896.

10.461 Donau-Moldau-Elbe-Kanal zwischen Budweis und Untermühl in Oberösterreich. Projekt Poeschl. 40. 51 S. Wien 1897.

10.462 Die Schiffbarkeit der regulierten Donau-Katarakte zwischen Stenka und dem Eisernen Tor. Von H. Arnold. 80. 9 S. m. 3 Taf. Berlin 1898.

10.463 Étude sur la Navigation intérieure en Allemagne. Par L. Laffitte. 40. 206 S. m. Abb. Nantes 1899.

10.464 Les Voies de Navigation dans le Royaume des Pays-Bas. Par J. Conrad. 40. 250 S. m. 6 Taf. La Haye 1890.

10.465 Rapports sur les Études de la Commission internationale d'Exploration de l'Isthme Américain. Par L. Wyse & A. Reclus. 40. 294 S. m. 2 Taf. Paris 1879.

10.466 Das Schiffshebewerk bei Henrichenburg. Von R. Gerdau. 80. 36 S. m. Abb. Berlin. 1896.

10.467 Ein Durchschnitt in den Mittelkarpathen von Chyrów über Uhrec und den ungarischen Grenzkamm bis Sturzica. Von H. Walter. 80. 16 S. Wien 1880.

10.468 Beiträge zur Kenntnis des galizischen Erdöles. Von M. Böhm. 80. 42 S. Wien 1884.

10.469 Die Industrie der Mineralöle, des Petroleums, Paraffins und Ceresins nebst den neuesten Fabrikationsmethoden. Von H. Perutz. 80. 206 S. m. 11 Abb. u. 2 Taf. Wien 1880.

10.470 Die Petroleum- und Ozokerit-Vorkommnisse Ostgaliziens. Von C. M. Paul. 80. 38 S. Wien 1881.

10.471 Neue Studien in der Sandsteinzone der Karpathen. Von C. M. Paul und Dr. Tietze. 80. 116 S. Wien 1879.

10.472 Das Projekt der Jungfraubahn. Von Guyer-Zeller. 80. 87 S. m. 10 Taf. Zürich 1896.

10.473 Levés de Plans à la Stadia. Par F. Moinot. 80. 124 S. m. 9 Taf. Paris 1877.

10.474 Betrachtungen über das bei der Schiffbarmachung der Gebirgsflüsse in neuerer Zeit beobachtete Verfahren. Von Junker. 80. 23 S. Koblenz 1865.

10.475 Vademekum des Turbinenbauers. Von E. Purtscher. 80. 102 S. m. 1 Taf. Klagenfurt 1870.

10.476 Amélioration de nos Voies navigables. Par E. Badois. 80. 32 S. m. 1 Taf. Paris 1875.

10.477 Wien und die Provinzen. I. Ein freies Wort in ernster Zeit. II. Der Donau-Oder-Kanal. Von V. v. Kraus. 80. 35 S. Wien 1884.

10.478 A Treatise on Field Fortification. By H. Mohan. 80. 168 S. m. Abb. New York 1862.

10.479 Manuel for Engineer Troops. By F. G. Duane. 80. 275 S. m. Abb. New York 1862.

10.480 Voies navigables. Manuel des Distances. 80. 352 S. m. 1 Taf. Paris 1882.

10.481 The foreign and domestic commercial Calculator. By E. F. Winslow. 80. 171 S. Boston 1868.

10.482 Rapport sur la Situation des voies navigables dans le Bassin de la Seine. Par M. Krantz. 40. 90 S. Paris 1872.

10.483 Projet de Loi sur la Navigation intérieure. Par J. Guyot. 40. 140 S. Paris 1890.

10.484 Le Port de Rotterdam. Par G. J. de Jongh. 40. 18 S. m. 1 Taf. Rotterdam 1892.

10.485 Étude sur les Eaux d'Alimentation. Par Fleury & Clermont. 40. 35 S. m. 4 Taf. Saint-Etienne 1892.

10.486 Album de Statistique Graphique. 40. 14 S. m. 21 Taf. Paris 1881.

10.487 Amélioration de la Navigation de la Seine entre Paris et Poissy. Folio. 7 Taf. Paris.

10.488 Canal de Jonction de la Garonne à la Loire supérieure. 80. 60 S. m. 3 Taf. Paris.

10.489 Projet d'Organisation d'un Service régulier de Transports à Bon Marché sur les Cours d'Eau Hongrois par les Péniches à Vapeur Système P. Jacquet. 40. 4 Hefte. Strasbourg 1881.

10.490 Chemins de Fer de Paris et de la Banlieue. Par E. le Masson. 80. 4 Hefte m. Plänen. Paris 1872.

10.491 Railway Métropolitain. Chemin de Fer des Halles Centrales au Chemin de Fer de Ceinture. 80. 46 S. m. 1 Taf. Paris 1870.

10.492 Chemin de Fer Central de Paris. 80. 67 S. m. 3 Taf. Paris.

10.493 Straßburger Münsterblatt. Organ des Straßburger Münster-Vereins. 40. Straßburg, Beust (M 5). Ab 1903.

10.494 Die automatische Regulierung der Turbinen. Von Dr. W. Bauersfeld. 80. 203 S. m. 126 Abb. Berlin 1905, Springer (M 6).

10.495 Das Elektrizitätswerk. Erläuterungen für Gemeinden sowie Einrichtung und Betrieb kleiner Elektrizitätswerke in den österr. Alpenländern. Von L. Bernard. 80. 143 S. Wien 1906, Waldheim (K 5).

Geschäftliche Mitteilungen des Vereines.

TAGES-ORDNUNG

Z. 627 v. 1905.

der 5. (Wochen-) Versammlung der Tagung 1905/1906

Samstag den 2. Dezember 1905.

1. Mitteilungen des Vorsitzenden.
2. Vortrag des Herrn Ingenieur kaiserl. Rat Fr. Křížik: „Über die auszuführenden Versuchsfahrten mit elektrischen Lokomotiven auf der Wiener Stadtbahn“; mit Vorführung von Lichtbildern.

Besuch des Wiener Bürgertheaters.

Sonntag den 3. Dezember 1905

vormittags findet über Einladung und unter Führung des Herrn Architekt Franz Freiherr v. Krauß die Besichtigung des neuerbauten Wiener Bürgertheaters statt.

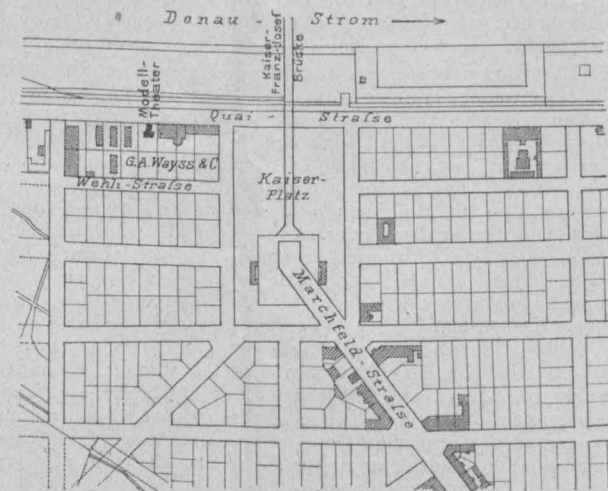
Zusammenkunft um 10 Uhr am Haupteingange des Theatergebäudes (nächst dem Hauptzollamte).

Es wird gebeten das Vereinsabzeichen zu tragen.

Brandversuche im Wiener Modelltheater.

Mittwoch den 6. Dezember 1905

finden Versuche für die Vereinsmitglieder statt, welche sich in der Vereinskasse dazu vormerken ließen. Der Besuch erfolgt in zwei Gruppen von je 40 Personen von 9½ bis 12 Uhr vormittags und von 2 bis 4½ Uhr nachmittags.



Abfahrt mit der Dampftramway ab Augartenbrücke um 9 Uhr 3 Min. vormittags und um 1 Uhr 33 Min. nachmittags.

Fachgruppe für Architektur und Hochbau.

Dienstag den 5. Dezember 1905.

1. Mitteilungen des Vorsitzenden.
2. Schilderung des Männer-Logierhauses im XX. Bezirke durch die Herren Architekten Richter und Ramsauer.

Fachgruppe der Berg- und Hüttenmänner.

Donnerstag den 7. Dezember 1905

entfällt wegen der an diesem Tage stattfindenden Barbara-Feier die Versammlung.

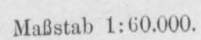
Fachgruppe für Elektrotechnik.

Montag den 11. Dezember 1905.

1. Mitteilungen des Vorsitzenden.
2. Vortrag des Herrn Ober-Ingenieur Eduard Scheichl: „Die mit Einphasen-Wechselstrom betriebene Bahn Murnau-Oberammergau“.

Der heutigen Nummer liegt die Tafel XXIV bei.

Übersichtsplan.



ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

669

Nr. 49.

Wien, Freitag, den 8. Dezember 1905.

LVII. Jahrgang.

Alle Rechte vorbehalten.

Die Druckverhältnisse in der Francis-Turbine und der Druck auf den Spurzapfen.

Von Professor Dr. Karl Kobes, Technische Hochschule Wien.

1. Einleitung.

Die vorliegende Arbeit schließt an die von Professor Dr. Lorenz veröffentlichten Aufsätze an*). Die Bezeichnungen wurden im allgemeinen beibehalten; es bedeutet w die absolute Geschwindigkeit, w_r , w_z und w_n deren Radial-, Achsial- und Umfangskomponente; unter p ist der Druck in kg/m^2 zu verstehen. Abweichend bezeichnet sind nur die absoluten Druckhöhen $\frac{p}{\gamma}$ in Meter Wassersäule mit h , die Höhenmaße mit H , beide mit den entsprechenden Zeigern und die Sekundenwassermenge Q in m^3 . Die Druckhöhe der Atmosphäre ist mit h_a bezeichnet und mit 10 m angenommen. Das auf S. 1673 und 1674 gerechnete Beispiel wurde beibehalten, und es sei daher kurz folgendes wiederholt:

Gegeben: $Q = 0.600 \text{ m}^3/\text{Sek.}$ sekundl. Wassermenge,
 $H = 5.0 \text{ m}$ Gefälle,
 $n = 150 \text{ Uml./Min.}$

Angenommen: $\eta = 0.85$ hydraulischer Wirkungsgrad.

Meridiane der Stromflächen:

$$\Psi = a r^2 z,$$

daher $w_r = -a r$ und $w_z = 2 a z$.

Meridiane der Flächen gleichen Momentes der Bewegungsgrößen oder gleichen Arbeitsvermögens:

$$(w_n r) = b^2 r^2 - c^2 z^2 \text{ (Hyperbeln).}$$

Wegen $w_{n2} = 0$ wird der Meridian der Austrittsfläche (Asymptotenkegel)

$$b r = c z.$$

Das an die Schaufel abgegebene Moment ist wegen $w_{n2} = 0$

$$-M = \frac{Q \cdot \gamma}{g} (w_n r)_1 \text{ mkg.}$$

Die abgegebene Arbeit ist

$$-M \cdot \omega = \eta L = \eta \cdot Q \gamma \cdot H \text{ mkg/Sek.}$$

Für die obigen Angaben wird

$$\omega = 15.7 \text{ Sek.}^{-1},$$

$$N = \frac{\eta \cdot Q \gamma \cdot H}{75} = 340 \text{ PS. Hydraulische Leistung.}$$

$$-M = \frac{\eta Q \gamma H}{\omega} = 162.4 \text{ mkg,}$$

$$(w_n r)_1 = -\frac{M g}{Q \cdot \gamma} = 2.655 \text{ m}^2/\text{Sek.}$$

Wählt man nunmehr für A' (Abb. 1):

$$r_1' = 0.400 \text{ m und } w_{r1}' = -2.5 \text{ m/Sek.,}$$

so folgt

$$a = -\frac{w_{r1}'}{r_1'} = 6.25 \text{ Sek.}^{-1}$$

und

$$w_{n1}' = \frac{(w_n r)_1}{r_1'} = 6.640 \text{ m/Sek.}$$

Wählt man ferner für B' :

$$w_{z2}' = 3.000 \text{ m/Sek.,}$$

so folgt

$$z_2' = \frac{w_{z2}'}{2 a} = 0.240 \text{ m.}$$

Ferner rechnet sich aus

$$\pi (r_2'^2 - r_0^2) \cdot w_{z2}' = Q$$

$$r_2' = 0.3 \text{ m und } r_0 = 0.163 \text{ m.}$$

Mit r_2' und z_2' ist somit Punkt B' , mit r_0 und z_2' auch Punkt F'' festgelegt.

Es ergeben sich ferner:

$$\Psi' = a r_2'^2 \cdot z_2' = 0.135,$$

$$\Psi'' = a r_0^2 \cdot z_2' = 0.040$$

und damit auch für A' :

$$z_1' = \frac{\Psi'}{a r_1'^2} = 0.135 \text{ m.}$$

Mit r_1' und z_1' ist Punkt A' festgelegt.

Mit den Koordinaten von A' und B' rechnet man aus:

$$(w_n r)_1 = b^2 r^2 - c^2 z^2$$

und

$$b r = c z,$$

$$b^2 = 20.1,$$

$$c^2 = 31.2.$$

Durch Festlegung der Punkte A' und B' sind auch die Grundlagen für die Aufzeichnung jedes beliebigen Stromflächenmeridians $\Psi = a r^2 z$ geschaffen.

Es ist vielleicht nicht überflüssig, das Verfahren hier kurz anzugeben (Abb. 1).

Durch A' und B' ist der Stromflächenmeridian Ψ' , durch F'' der Meridian Ψ'' zu legen.

Schreibt man die Gleichung dieser Kurven in der Form

$$\frac{\Psi}{a} = r^2 z = C,$$

so deckt sie sich mit der Gleichung der Druckkurve der polytropen Zustandsänderung der Gase, und es können daher die Stromflächenmeridiane nach den Verfahren von Tolle und Brauer konstruiert werden.

Auf Ψ' übergegangen könnten aus A' und B' sofort die Winkel für das Verfahren nach Brauer ermittelt werden, doch ergäben sie sich zu groß und daher die Zwischenpunkte in zu großer Entfernung. Man wird daher mit Vorteil zunächst nach dem Verfahren von Tolle einen Zwischenpunkt auf Ψ' ableiten. Nach diesem ergibt sich die Abszisse, bezw. Ordinate des neuen Punktes als mittlere geometrische Proportionale aus den Abszissen, bezw. Ordinaten zweier gegebener Punkte:

*) Lorenz, Theorie und Berechnung der Vollturbinen und Kreiselpumpen. „Zeitschrift d. Vereines deutscher Ingenieure“ 1905, S. 1670, Heft 41.

Lorenz, Neue Grundlagen der Turbinentheorie. „Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen“ 1905, S. 257, 273, 289, 305, Heft 17–20. Wenn nicht anders bemerkt, ist immer auf den zuerst genannten Aufsatz Bezug zu nehmen.

$$\frac{\Psi}{a} = r_1^2 \cdot z_1 = C, \quad (r_1 r_2)^2 \cdot (z_1 z_2) = C^2, \\ r_2^2 z_2 = C, \quad (\sqrt{r_1 r_2})^2 \cdot (\sqrt{z_1 z_2}) = C, \\ \sqrt{r_1 r_2} = r, \quad \sqrt{z_1 z_2} = z,$$

folgt

$$r^2 z = \frac{\Psi}{a}.$$

Projiziert man demnach B' nach B_z' in die z -Achse und A' nach A_k' in den über $O B_z'$ als Durchmesser gezeichneten Halbkreis K_z , so ist bereits $O A_k' = z_M'$ die Ordinate des neuen Punktes, welcher in der durch M_z' parallel zur r -Achse gelegten Geraden liegen muß.

Projiziert man ferner A' nach A_r' in die r -Achse und B' nach B_k' in den über $O A_r'$ als Durchmesser gezeichneten Halbkreis K_r , so ist $O B_k' = r_M'$ die Abszisse des neuen Punktes, welcher sich in M' als Schnittpunkt der in M_r' errichteten Senkrechten mit der früher durch M_z' gelegten Horizontalen ergibt.

Verfährt man mit M' und A' und mit M' und B' in gleicher Weise, so erhält man weitere Punkte.

Doch empfiehlt es sich, etwa mit Hilfe der Punkte M' und B' die Winkel für das Verfahren von Brauer zu bestimmen, welche dann für alle Stromflächenmeridiane verwendet werden können.

Zu diesem Zwecke wird in B_z' eine Gerade unter 45° gegen die negative z -Richtung gezogen und deren Schnittpunkt B_y mit der Horizontalen durch M' gesucht.

$O B_y$ gibt bereits den zweiten Schenkel Y des Winkels β .

Ferner ist durch M_r' eine Gerade unter 45° gegen die negative r -Richtung zu ziehen und deren Schnitt B_x mit der Senkrechten durch B' zu bestimmen. $O B_x$ ist der zweite Schenkel X des Winkels α .

Will man nun Ψ'' zeichnen, so hat man $F'' B_z'$, B_z , B_y und durch B_y eine Horizontale, ferner $F'' F_x$, $F_x N_r''$ und durch N_r'' eine Vertikale zu ziehen; in N'' ergibt sich ein Punkt des Meridians Ψ'' ; von N'' aus ist in gleicher Weise fortzufahren.

Die beiden Winkel β und α sind durch die Beziehung gebunden

$$1 + \operatorname{tg} \beta = (1 + \operatorname{tg} \alpha)^2.$$

Man erhält auch leicht für jeden Punkt der Kurven Ψ die zugehörige Tangente:

$$a r^2 z = \Psi, \\ 2 a z r \cdot dr + a r^2 \cdot dz = 0, \\ \frac{dz}{dr} = -2 \cdot \frac{z}{r}.$$

Faßt man beispielsweise den Punkt A' ins Auge, so sieht man, daß

$$\frac{z}{r} = \operatorname{tg} \delta \text{ ist;}$$

$\frac{dz}{dr}$ ist aber die trigonometrische Tangente des Winkels, den die geometrische Tangente mit der positiven r -Achse einschließt, welcher mit τ bezeichnet sei; somit

$$\operatorname{tg} \tau = -2 \operatorname{tg} \delta \quad . \quad . \quad . \quad a').$$

Will man also die Richtung der Tangente in A' , so ziehe man $O A'$, ferner $P Q \perp O r$ in beliebiger Ferne $O P$ von O , bestimme den Schnitt U beider und mache $U U_1 = P U$, ferner $P P_1 = O P$; $P_1 U_1$ gibt die Richtung der Tangente in A' ; denn es ist

$$\frac{P U}{P O} = \operatorname{tg} \delta,$$

$$\frac{P U_1}{P P_1} = -2 \frac{P U}{P O} = -2 \operatorname{tg} \delta,$$

daher

$$\delta + r P_1 U_1 = \tau.$$

Die Tangenten in den Schnittpunkten eines beliebigen durch O gezogenen Strahles mit sämtlichen Meridianen. $\Psi = a r^2 z$ sind nach Gleichung a') untereinander parallel, worauf bereits Zeuner auf S. 152 des ersten Bandes der „Technischen Thermodynamik“, 2. Auflage, 1900, hingewiesen hat. Es sind daher für den Fall

$$(w_n r)_2 = 0$$

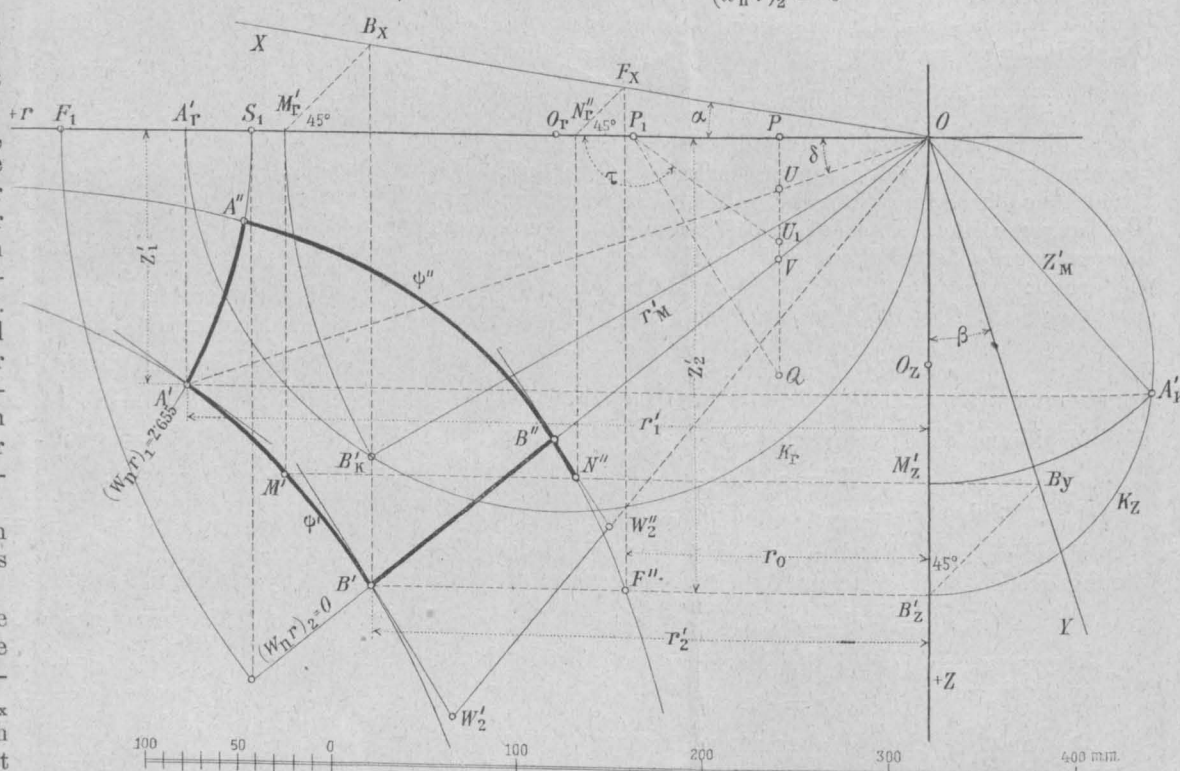


Abb. 1.

und für die Gleichung des Meridians der Austrittsfläche

$$b r = c z$$

die absoluten Austrittsgeschwindigkeiten, welche wegen $w_n = 0$ in Ebenen liegen, die durch die Achse gehen, untereinander parallel. Ihre Richtung ist durch $P_1 Q$ gegeben, welche nach dem für A' erläuterten Verfahren erhalten wird.

Der Größe nach ist die absolute Austrittsgeschwindigkeit der Abszisse r direkt proportional, wie aus folgendem zu ersehen ist:

$$w_2^2 = w_{r_2}^2 + w_{z_2}^2, \\ b r_2 = c z_2; \quad z_2 = \frac{b}{c} \cdot r_2, \\ w_{r_2} = -a r_2, \\ w_{z_2} = 2 a z_2 = 2 \frac{a b}{c} \cdot r_2, \\ w_2^2 = a^2 \left(1 + \frac{4 b^2}{c^2} \right) \cdot r_2^2, \\ w_2 = a \cdot \sqrt{1 + \frac{4 b^2}{c^2}} \cdot r_2.$$

Hat man demnach z. B. die absolute Austrittsgeschwindigkeit für B' bestimmt und in B' w_2' aufgetragen, so erhält

man w_2 für alle übrigen Stromfäden durch Ziehen der Geraden $w_2' O$.

Die „Austrittsverluste“ $\frac{w_2^2}{2g}$ sind durch eine Parabel begrenzt.

Zur Begrenzung des Laufraddurchschnittes wäre noch die Eintrittshyperbel zu zeichnen.

Ihre Gleichung lautet:

$$(w_n r)_1 = b^2 r^2 - c^2 z^2,$$

$$2.655 = 20.1 \cdot r^2 - 31.2 z^2$$

oder

$$\frac{r^2}{0.1321} - \frac{z^2}{0.0851} = 1,$$

woraus sich die reelle Halbachse mit $OS_1 = m = \sqrt{0.1321} = 0.364 m$ rechnet.

In der in der Abbildung angegebenen Weise folgt der Brennpunkt F_1 , und die Hyperbel kann auf bekannte Art gezeichnet werden. Reicht der Platz am Zeichenbrett nicht aus, so hat man die Koordinaten von A'' und von anderen Zwischenpunkten zu rechnen.

Die Koordinaten von A'' ergeben sich mit $r_1'' = 0.368 m$ und $z_1'' = 0.047 m$.

Der Eintrittsfläche ist der Zeiger 1, der Austrittsfläche der Zeiger 2 zugewiesen. Dazwischen liegende Momentenflächen erhalten die Zeiger 3, 4 u. s. w.

Die zur Stromfläche Ψ'' gehörigen Größen sind durch „, jene der Stromfläche Ψ' durch ' gekennzeichnet.

Gehen wir auf den eigentlichen Gegenstand der Arbeit über, so handelt es sich zunächst um die Größe

$$P_z' = \iiint \frac{\partial p}{\partial z} \cdot dz \cdot r \cdot dr \cdot d\varphi + \int \left(\frac{dw_z}{dt} - g \right) \cdot dm^*,$$

welche den achsialen Gesamtdruck der Schaufeln auf das Wasser vorstellt.

Jedem Parallelkreise kommt ein bestimmter Druck zu.

$$\int \frac{\partial p}{\partial z} \cdot dz = \Delta p_r$$

stellt dann offenbar den Druckunterschied zwischen kongruenten Parallelkreisen in den Laufradbegrenzungen vor, und es ist dann

$$P_z' = 2\pi \int_{r_2''}^{r_1'} \Delta p_r \cdot r \cdot dr + \int \frac{dw_z}{dt} \cdot dm - G =$$

$$= P_{\Delta h_r} + R_z' - G,$$

wenn mit

$$G = \int g \cdot dm$$

das Gewicht des Wassers im Rade bezeichnet wird.

Die Ausmittlung der einzelnen Teile soll graphisch erfolgen.

Bezeichnet man die dem absoluten Drucke p in kg/m^2 entsprechende Druckhöhe in m Wassersäule mit h , so ist

$$p = \gamma \cdot h,$$

und es kann gesetzt werden

$$\Delta p_r = \gamma \cdot \Delta h_r,$$

womit sich der erste Teil der rechten Seite obiger Gleichung schreibt:

$$P_{\Delta h_r} = \gamma \cdot \int_{r_2''}^{r_1'} (2r\pi \cdot dr) \cdot \Delta h_r,$$

wobei die Druckdifferenz zu bilden ist aus

$$\Delta h_r = h_{oben} - h_{unten},$$

um den nach abwärts, im Sinne der $+z$ -Richtung wirkenden Druck des Rades auf das Wasser zu erhalten.

*) Diese Gleichung ist in dem Aufsätze von Lorenz, S. 1671, mit $1a$ bezeichnet, nur steht dort statt P_z' die Bezeichnung P_z , welche ich mir für $(-P_z')$ vorbehalten möchte.

Denkt man sich die Δh_r über den zugehörigen r aufgetragen (Abb. 2), so stellt das Volumen des Wasserrotationskörpers mit dem nach rechts ansteigend schraffierten Mittelschnitte das \int vor, und sein Gewicht gibt die Größe $P_{\Delta h_r}$.

Dieser Ausdruck $P_{\Delta h_r}$ wird der Form des Laufraddurchschnittes entsprechend aus drei Teilen zu bilden sein.

$$P_{\Delta h_r} = \gamma \cdot \left[\int_{r_2''}^{r_1'} (h'' - h_2) \cdot 2r\pi \cdot dr + \int_{r_2'}^{r_1''} (h'' - h') \cdot 2r\pi \cdot dr + \int_{r_1''}^{r_1'} (h_1 - h') \cdot 2r\pi \cdot dr \right].$$

$h_1 h_2 h' h''$ sind die veränderlichen absoluten Druckhöhen im Eintritts- und Austrittsmeridiane und in den Stromflächenmeridianen Ψ' und Ψ'' . In der Abbildung ist diese Teilung zu sehen.

Hiebei ist an die Einwirkung des Rades auf das Wasser gedacht, daher auch h'' nach abwärts, h' nach aufwärts wirkend in die Rechnung eingestellt.

Da sich die vorliegende Arbeit mit dem Drucke auf den Spurzapfen befaßt, so ist der achsiale Gesamtdruck des Wassers auf die Schaufeln und auf das Laufrad zu ermitteln, also die Größe

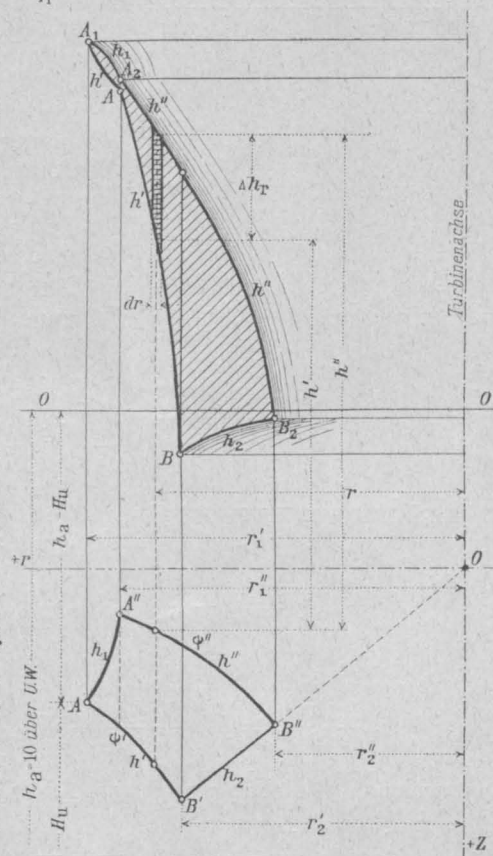


Abb. 2.

$$-P_z' = P_z$$

zu bestimmen.

Setzt man noch

$$(-P_{\Delta h_r}) = P_{\Delta h_r} \text{ und } (-R_z') = R_z,$$

so ist

$$P_z = P_{\Delta h_r} + R_z + G = \gamma \int_{r_2''}^{r_1'} (2r\pi \cdot dr) \cdot \Delta h_r - \int \frac{dw_z}{dt} \cdot dm + G \quad a),$$

wobei jetzt zu bilden ist $\Delta h_r = h_{unten} - h_{oben}$, um den auf das Rad nach abwärts wirkenden Druck zu erhalten.

Gliedert man wieder $P_{\Delta h_r}$ in seine drei Teile, so ist auch

$$P_z = \gamma \cdot \left[\int_{r_2''}^{r_1'} (h_2 - h'') \cdot 2r\pi \cdot dr + \int_{r_2'}^{r_1''} (h' - h'') \cdot 2r\pi \cdot dr + \int_{r_1''}^{r_1'} (h_1 - h') \cdot 2r\pi \cdot dr \right] - \int \frac{dw_z}{dt} \cdot dm + G \quad b),$$

wobei in dem $P_{\Delta h_r}$ entsprechenden Klammerausdrucke dem Zwecke der Ermittlung des Zapfendruckes Rechnung getragen ist; es erscheint h' nach abwärts, h'' nach aufwärts wirkend in die Rechnung eingestellt.

Ergibt sich dieser von den Druckdifferenzen herführende Klammersausdruck positiv, so entsteht eine vermehrte Belastung des Zapfens, welcher eine Entlastung erfährt, wenn dieser Ausdruck negativ wird.

2. Der achsiale hydraulische Gesamtdruck auf das Lauf- rad $P_{\Delta h_r}$.

a) Hydraulischer Wirkungsgrad.

Wenden wir uns sofort der Ermittlung der Größe $P_{\Delta h_r}$ zu, so ist zuerst die Druckverteilung in den Meridianen der Ein- und Austrittsfläche sowie jene in den Stromflächenmeridianen Ψ' und Ψ'' festzustellen, welcher Feststellung die Bestimmung des hydraulischen Wirkungsgrades vorhergehen möge. Zu diesem Zwecke ist die Energiegleichung aufzuschreiben (Abb. 3):

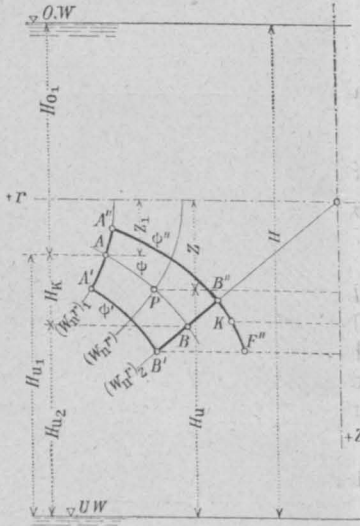


Abb. 3.

Für den Austritt aus dem Leitrade:

$$\left. \begin{aligned} h_1 + \frac{w_1^2}{2g} &= h_a + \\ + \frac{w_0^2}{2g} + H_{01} - \rho_1 H \end{aligned} \right\} 1),$$

Für den Austritt aus dem Laufrade:

$$h_2 + \frac{w_2^2}{2g} = h_1 + \frac{w_1^2}{2g} + H_k - \eta H - \rho_2 H \quad 2).$$

Für den Austritt aus dem Saugrohre:

$$h_a + \frac{w_a^2}{2g} = h_2 + \frac{w_2^2}{2g} + H_{u2} - \rho_3 H \quad 3),$$

aus welchen Gleichungen durch Addition erhalten wird:

$$\frac{w_a^2}{2g} - \frac{w_0^2}{2g} = H - (\rho_1 + \rho_2 + \rho_3) H - \eta H,$$

$$\eta = 1 - (\rho_1 + \rho_2 + \rho_3) - k \quad 4),$$

wenn

$$\frac{w_a^2 - w_0^2}{2g} = k \cdot H \quad 5)$$

gesetzt wird.

Für

$$w_0 = 0$$

wäre

$$k \cdot H = \frac{w_a^2}{2g}.$$

ρ_1 , bzw. ρ_2 und ρ_3 wird man für die ganze Ausdehnung der Eintritts-, bzw. Austrittsfläche mit demselben Werte annehmen können, für k ist ein Mittelwert zu setzen. Die Geschwindigkeiten sind absolute.

Im folgenden wurde angenommen:

$$\left. \begin{aligned} \rho_1 &= 0.06 \\ \rho_2 &= 0.04 \\ \rho_3 &= 0.03 \\ k &= 0.02 \end{aligned} \right\} \eta = 1 - (\rho_1 + \rho_2 + \rho_3) - k = 0.85.$$

Die Verlusthöhe für den Spalt wurde auf Leit- und Laufrad verteilt.

Anzugeben ist noch die Entstehung der zweiten von den drei Energiegleichungen.

Allgemein wäre sie in folgender Form aufzuschreiben:

$$h_2 + \frac{w_2^2}{2g} = h_1 + \frac{w_1^2}{2g} + H_k - \frac{\omega}{g} [(w_n r)_1 - (w_n r)_2] - \rho_2 \cdot H.$$

$$\frac{\omega}{g} [(w_n r)_1 - (w_n r)_2]$$

ist die an das Rad abgegebene hydraulische Leistung von 1 kg Aufschlagwasser; denn es ist:

$$(-M\omega) = \omega \cdot \frac{Q \cdot \gamma}{g} [(w_n r)_1 - (w_n r)_2] = \eta L = \eta Q \gamma H,$$

somit für 1 kg:

$$\frac{\omega}{g} [(w_n r)_1 - (w_n r)_2] = \eta \cdot H \quad 6);$$

mit $(w_n r)_2 = 0$:

$$\frac{\omega}{g} (w_n r)_1 = \eta \cdot H \quad 7).$$

b) Druckverteilung in der Eintrittsfläche.

Setzt man in der ersten der Energiegleichungen 1)

$$H_{01} = H - H_{u1},$$

so erhält man für die absolute Druckhöhe h_1 in einem beliebigen Parallelkreise der Eintrittsfläche:

$$h_1 = \frac{w_0^2}{2g} + (h_a - H_{u1}) + (1 - \rho_1) H - \frac{w_1^2}{2g} \quad I).$$

$$\left. \begin{aligned} w_1^2 &= w_{r1}^2 + w_{z1}^2 + w_{n1}^2 \\ w_{r1} &= -a r_1 \\ w_{z1} &= 2 a z_1 \\ w_{n1} &= \frac{(w_n r)_1}{r_1} \end{aligned} \right\} \quad I a).$$

In dieser Form ist sie für die graphische Ausmittlung bequemer; denn zeichnet man die Turbine in einem beliebigen Maßstabe in richtiger Lage zum $U. W$ auf (Abb. 2 u. 7), und legt man in der Entfernung $h_a = 10 m$ vom $U. W$ -Spiegel eine zu diesem parallele Ebene $O O$, so folgt $(h_a - H_{u1})$ unmittelbar aus der Abbildung unter der Atmosphärendruckebene, während die Summe der übrigen Glieder über oder unter dieser aufzutragen ist, je nachdem sich diese Summe positiv oder negativ ergibt.

Die Turbine sei derart eingebaut, daß der Parallelkreis A' um

$$H_{u1}' = 3.000 m$$

über $U. W$ liege. Damit sind alle übrigen H_u bestimmt.

Die Gleichungen I) und Ia) sind nun zunächst anzuwenden auf die Parallelkreise A' und A'' .

Für A'' möge die Rechnung durchgeführt werden:

$$A'' \left\{ \begin{aligned} r_1'' &= 0.368 m. & H_{u1}'' &= H_{u1}' + z_1' - z_1'' \\ z_1'' &= 0.047 m. & &= 3.000 + 0.135 - 0.047. \\ & & H_{u1}'' &= 3.088 m. \end{aligned} \right.$$

$$w_{r1}'' = -a r_1'' = -6.25 \cdot 0.368 = -2.300 m/Sek.$$

$$w_{z1}'' = 2 a z_1'' = 2 \cdot 6.25 \cdot 0.047 = 0.588 m/Sek.$$

$$w_{n1}'' = \frac{(w_n r)_1}{r_1''} = \frac{2.655}{0.368} = 7.215 m/Sek.$$

$$w_1''^2 = w_{r1}''^2 + w_{z1}''^2 + w_{n1}''^2 = 57.692.$$

$$\frac{w_1''^2}{2g} = 2.940 m.$$

$$\begin{aligned} h_1'' &= \frac{w_0^2}{2g} + (h_a - H_{u1}'') + (1 - \rho_1) H - \frac{w_1''^2}{2g} \\ &= \frac{w_0^2}{2g} + (10 - 3.088) + (1 - 0.06) \cdot 5 - 2.940. \end{aligned}$$

$$h_1'' = \frac{w_0^2}{2g} + 6.912 + 1.740 m.$$

Ebenso rechnet sich h_1' für A' , wobei auch hier $\rho_1 = 0.06$ zu setzen ist. Die zugehörigen Werte sind in der Tabelle eingetragen.

Um noch einen Punkt auf der Druckverteilungskurve zu erhalten, kann irgend ein Punkt A''' in der Eintritts-

hyperbel zwischen A' und A'' angenommen werden. r_1''' und z_1''' folgen aus der Abbildung und damit alle Werte für h_1''' .

In Abb. 5 und 7 gehört der Punkt, bzw. der Parallelkreis A''' einer mittleren Stromfläche Ψ''' an, welche durch den Parallelkreis $r_2''' = \frac{r_2' + r_2''}{2}$ hindurchgeht.

Sie wurde in Abb. 5 konstruiert und in die Abb. 7 übertragen. Die Werte $r_1''' = 0.379 \text{ m}$ und $z_1''' = 0.087 \text{ m}$ können der Abb. 5 entnommen werden, und damit sind alle zur Berechnung von h_1''' notwendigen Größen gegeben; sie sind in der Tabelle zusammengestellt.

Wollte man die zeichnerisch ermittelten Koordinaten von A''' nachrechnen, so wäre, wie folgt, zu verfahren:

$$B''' \left\{ \begin{array}{l} r_2''' = \frac{1}{2} (r_2' + r_2'') = 0.250 \text{ m.} \\ z_2''' = \frac{1}{2} (z_2' + z_2'') = 0.200 \text{ m.} \end{array} \right.$$

$$\Psi''' = a r_2'''^2 z''' = 0.078.$$

$$\left. \begin{array}{l} a r^2 z = 0.078 \dots \dots \text{Meridian } \Psi''' \\ 20.1 r^2 - 31.2 z^2 = 2.655 \text{ Eintrittshyperbel 1.} \end{array} \right\}$$

$$z_1'''^3 + 0.0851 z_1''' - 0.008053 = 0.$$

Dieser Gleichung für z_1''' muß der aus Abb. 5 entnommene Werte für z_1''' genügen, was auch der Fall ist.

In die Gleichung $0.078 = a r^2 z$ eingesetzt, muß sich der Wert $r_1''' = 0.379$ ergeben.

Um die Druckverteilung übersichtlicher zu erhalten, sind in Abb. 7 die Längen (Abszissen r) im fünffachen Maßstabe der Höhen (Ordinaten z und Druckhöhen h) aufgetragen, und zwar nur jener Teil der Druckhöhe, welcher über oder unter die h_a -Ebene zu liegen kommt, d. h. also immer die Druckhöhe vermindert um $\left[\frac{w_0^2}{2g} + (h_a - H_u) \right] m$. ($h_a - H_u$) erscheint verkürzt.

Diese Teile genügen zur Bildung der Druckdifferenzen, auf welche es schließlich ankommt. Auf $\frac{w_0^2}{2g}$ wurde übrigens wegen seiner Kleinheit keine Rücksicht genommen. Bei der Bildung der Druckdifferenzen fällt diese Geschwindigkeitshöhe hinaus, so daß diese Vernachlässigung auf das Endergebnis keinen Einfluß hat.

Wollte man ganz strenge vorgehen, so wäre die Vergleichsebene nicht um h_a , sondern um $\left(h_a + \frac{w_0^2}{2g} \right) m$ über $U. W$ aufzutragen (Abb. 4).

Die Druckverteilungskurve für $A' A''' A''$ ist in Abb. 7 mit $A_1 A_3 A_2$ bezeichnet. Die absolute Druckhöhe für irgend einen Punkt, bzw. Parallelkreis ist immer durch die Länge der Vertikalen zwischen diesen beiden Kurven gegeben.

c) Druckverteilung in der Austrittsfläche.

Für irgend einen Parallelkreis auf der Austrittsfläche lautet die Energiegleichung (Abb. 3):

$$h_2 + \frac{w_2^2}{2g} = h_1 + \frac{w_1^2}{2g} + H_k - \frac{\omega}{g} [(w_n r)_1 - (w_n r)_2] - \rho_2 H.$$

Mit Gleichung I), ferner mit $\frac{\omega}{g} (w_n r)_1 = \eta H$, Gleichung 7) und $(w_n r)_2 = 0$ erhält man:

$$h_2 = \frac{w_0^2}{2g} + (h_a - H_{u2}) + (1 - \rho_1 - \rho_2) \cdot H - \eta H - \frac{w_2^2}{g} \quad \text{II}.$$

Wegen $w_{n2} = 0$

$$\left. \begin{array}{l} \text{wird} \quad w_2^2 = w_{r2}^2 + w_{z2}^2, \\ \text{mit} \quad w_{r2} = -a r_2 \\ \text{und} \quad w_{z2} = 2 a z_2 \end{array} \right\} \dots \dots \text{II a).}$$

Man könnte h_2 auch aus der Energiegleichung für den Saugrohraustritt erhalten:

$$h_a + \frac{w_u^2}{2g} = h_2 + \frac{w_2^2}{2g} + H_{u2} - \rho_3 H,$$

$$h_2 = (h_a - H_{u2}) - \frac{w_2^2 - w_u^2}{2g} + \rho_3 H \dots \text{II'}.$$

Man erhält II') sofort aus II), wenn man in dieser nach Gleichung 4) und 5)

$$\text{für} \quad \eta H = H - (\rho_1 + \rho_2 + \rho_3) \cdot H - k \cdot H \dots 4)$$

$$\text{und} \quad k H = \frac{w_u^2 - w_0^2}{2g} \dots \dots \dots 5)$$

setzt.

Für die Parallelkreise $B' B''' B''$ wurden die Druckhöhen $h_2' h_2''' h_2''$ mit $\rho_1 = 0.06$ und $\rho_2 = 0.04$ gerechnet und wie für die Eintrittsfläche in Abb. 7 eingetragen. Die Druckverteilungskurve für die Austrittsfläche ist mit $B_1 B_3 B_2$ bezeichnet. Die zusammengehörigen Werte sind aus der Tabelle ersichtlich.

a) Druckverteilung in einer beliebigen Stromfläche Ψ und in den Grenzflächen Ψ' und Ψ'' innerhalb des Laufrades.

Für irgend einen Parallelkreis P zwischen A und B auf der beliebigen Stromfläche Ψ (Abb. 3) lautet die Energiegleichung:

$$\left. \begin{array}{l} h + \frac{w^2}{2g} = h_1 + \frac{w_1^2}{2g} + (z - z_1) - \\ - \frac{\omega}{g} [(w_n r)_1 - (w_n r)] - \rho H \end{array} \right\} \dots \text{III}';$$

mit Gleichung I) und 7) erhält man für die absolute Druckhöhe in P

$$\left. \begin{array}{l} h = \frac{w_0^2}{2g} + (h_a - H_u) + (1 - \rho_1 - \rho) H - \eta H + \\ + \frac{\omega}{g} (w_n r) - \frac{w^2}{2g} \end{array} \right\} \dots \text{III}.$$

Die Größen ohne Ziffernzeiger beziehen sich auf den Parallelkreis P , die mit dem Zeiger 1 auf den Parallelkreis A , in welchem die Stromfläche Ψ die Eintrittsfläche schneidet.

$\eta H = \frac{\omega}{g} (w_n r)_1$ ist das arbeitende Gefälle oder das Arbeitsvermögen für 1 kg Wasser im Parallelkreise A , gleich groß für alle Parallelkreise der Eintrittsfläche mit dem Meridiane:

$$(w_n r)_1 = b^2 r^2 - c^2 z^2.$$

$\frac{\omega}{g} (w_n r)$ ist der noch unverbrauchte Teil des arbeitenden Gefälles oder das vorhandene Arbeitsvermögen für 1 kg Wasser im Parallelkreise P , gleich groß für alle Parallelkreise der Rotationsfläche mit dem Meridiane:

$$(w_n r) = b^2 r^2 - c^2 z^2,$$

welche durch den Parallelkreis P hindurchgeht und durch die Annahme von $P(r_P z_P)$ bestimmt ist.

Die Differenz

$$\eta H - \frac{\omega}{g} \cdot (w_n r)$$

ist die hydraulische Leistung, welche von 1 kg Wasser auf Ψ zwischen der Eintrittsfläche und der Fläche $(w_n r)$ an

	r	z	$(w_n r)$	w_n^2	w_r^2	w_z^2	w^2	$\frac{w^2}{2g}$	H_n	$h_a - H_n$	$(1 - \Sigma \rho) \cdot H$	$\frac{w}{g} (w_n r)$	$\eta \cdot H$	h	h
A'	0.400	0.135	2.655	44.09	6.25	2.86	53.20	2.72	3.000	7.000	4.70	—	—	7.00 + 1.98	8.98
C'	0.370	0.158	1.973	28.41	5.35	3.90	37.66	1.92	2.977	7.023	4.65	3.15	4.25	7.02 + 1.63	8.65
D'	0.344	0.183	1.334	15.05	4.62	5.24	24.91	1.27	2.952	7.048	4.60	2.14	4.25	7.05 + 1.22	8.27
E'	0.320	0.210	0.682	4.54	4.00	6.89	15.43	0.79	2.925	7.075	4.55	1.09	4.25	7.08 + 0.60	7.68
B'	0.300	0.240	0	0	3.53	9.00	12.53	0.64	2.895	7.105	4.50	0	4.25	7.11 - 0.39	7.50
A''	0.379	0.087	2.655	49.00	5.62	1.19	55.81	2.84	3.048	6.952	4.70	—	—	6.95 + 1.86	8.81
C''	0.341	0.108	1.973	33.52	4.54	1.82	39.89	2.03	3.027	6.973	4.65	3.15	4.25	6.97 + 1.52	8.49
D''	0.307	0.134	1.334	18.84	3.68	2.81	25.32	1.29	3.001	6.999	4.60	2.14	4.25	6.70 + 1.20	8.20
E''	0.276	0.165	0.682	6.10	2.98	4.26	13.33	0.68	2.970	7.030	4.55	1.09	4.25	7.03 + 0.71	7.74
B''	0.250	0.200	0	0	2.45	6.25	8.70	0.44	2.935	7.065	4.50	0	4.25	7.07 - 0.19	6.87
A'''	0.368	0.047	2.655	52.06	5.29	0.35	57.69	2.94	3.088	6.912	4.70	—	—	6.91 + 1.74	8.65
C'''	0.324	0.062	1.973	37.09	4.09	0.59	41.77	2.13	3.074	6.926	4.65	3.15	4.25	6.93 + 1.42	8.35
D'''	0.278	0.084	1.334	23.04	3.01	1.09	27.14	1.39	3.052	6.948	4.60	2.14	4.25	6.95 + 1.10	8.05
E'''	0.235	0.117	0.682	8.41	2.15	2.14	12.70	0.65	3.018	6.982	4.55	1.09	4.25	6.98 + 0.71	7.69
B'''	0.200	0.160	0	0	1.56	4.00	5.56	0.28	2.975	7.025	4.50	0	4.25	7.03 - 0.03	6.99

das Rad abgegeben wurde, oder das verbrauchte arbeitende Gefälle.

Für alle Stromflächen von Ψ' bis Ψ'' ist diese Differenz zwischen $(w_n r)_1$ und $(w_n r)$ dieselbe.

Um mehrere Punkte der Druckverteilungskurve zu erhalten, sind verschiedene P anzunehmen; aus ihren r und z folgen:

$$\left. \begin{aligned} w_r &= -ar, \\ w_z &= 2az, \\ (w_n r) &= b^2 r^2 - c^2 z^2, \\ w_n &= \frac{(w_n r)}{r} \end{aligned} \right\} \text{IIIa).}$$

ferner
daraus
und damit

$$w^2 = w_r^2 + w_z^2 + w_n^2$$

Es kann somit aus III) für jeden Parallelkreis P das zugehörige h gerechnet werden, wobei ρ von $\rho=0$ in A bis $\rho=\rho_2=0.04$ in B wächst.

Es wird sich empfehlen, eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der Annahme der P eintreten zu lassen, etwa derart, daß zwischen den angenommenen Flächen gleichen Arbeitsvermögens $(w_n r)$ gleiche Leistungen abgegeben werden. Wollte man zwischen A und B noch 3 Punkte auf diese Weise bestimmen, so würde von Fläche zu Fläche $1/4$ der ganzen Leistung übertragen, und da

$$\frac{w}{g} (w_n r)_1 = \eta H$$

in der Eintrittsfläche ist, so wäre

$$\frac{w}{g} (w_n r)_3 = \frac{3}{4} \cdot \frac{w}{g} (w_n r)_1; (w_n r)_3 = \frac{3}{4} (w_n r)_1;$$

$$\text{ebenso } (w_n r)_4 = \frac{1}{2} (w_n r)_1;$$

$$(w_n r)_5 = \frac{1}{4} (w_n r)_1;$$

in der Austrittsfläche ist $(w_n r)_2 = 0$.

Für unser Beispiel würden sich der Reihe nach ergeben:

$$(w_n r)_1 = 2.655 \text{ m}^2/\text{sek} \quad \text{Hyperbel 1,}$$

$$(w_n r)_3 = 1.991 \quad \text{"} \quad \text{"} \quad 3,$$

$$(w_n r)_4 = 1.328 \quad \text{"} \quad \text{"} \quad 4,$$

$$(w_n r)_5 = 0.664 \quad \text{"} \quad \text{"} \quad 5,$$

$$(w_n r)_2 = 0 \quad \text{"} \quad \text{Asymptote 2.}$$

Da b und c bekannt sind, so können die Hyperbeln

$$(w_n r) = b^2 r^2 - c^2 z^2$$

der Reihe nach gezeichnet und ihre Schnittpunkte mit Ψ bestimmt werden. Aus ihren Koordinaten ergibt sich H_n und

aus IIIa) w^2 , damit aus III) die jeweilige Druckhöhe h ; ρ wäre der Reihe nach etwa mit 0.01, 0.02, 0.03 anzunehmen.

Die in Abb. 5 konstruierten und in die Abb. 7 übertragenen Hyperbeln wurden nicht auf die angegebene Art erhalten, sondern dadurch, daß Bogen $A''' B'''$ des mittleren Meridianes Ψ''' in 4 gleiche Teile geteilt wurde, wodurch sich die Koordinaten der Punkte $C''' D''' E'''$ ergaben, deren Werte in der Tabelle eingetragen sind.

Aus diesen Koordinaten folgen dann die Hyperbelgleichungen und die Halbachsen.

Beispielsweise wird für die durch C''' gelegte Hyperbel 3 aus $(w_n r)_3 = b^2 r_3^2 - c^2 z_3^2$ mit

$$\left\{ \begin{aligned} r_3 &= 0.341 \text{ m,} \\ z_3 &= 0.108 \text{ m} \end{aligned} \right.$$

$$(w_n r)_3 = 20.1 \cdot 0.341^2 - 31.2 \cdot 0.108^2,$$

$$(w_n r)_3 = 1.973 \text{ m}^2/\text{sek.}$$

Aus

$$(w_n r)_3 = b^2 r^2 - c^2 z^2,$$

$$1.973 = 20.1 r^2 - 31.2 z^2$$

folgt:

$$\frac{r^2}{0.0982} - \frac{z^2}{0.0632} = 1,$$

woraus sich die reelle Halbachse mit

$$\overline{OS}_3 = m_3 = \sqrt{0.0982} = 0.313 \text{ m}$$

ergibt.

Ebenso folgt für

$$\text{Hyperbel 4: } (w_n r)_4 = 1.334 \text{ m}^2/\text{sek} \quad m_4 = 0.258 \text{ m,}$$

$$\text{Hyperbel 5: } (w_n r)_5 = 0.682 \quad m_5 = 0.184 \text{ m.}$$

Die Hyperbeln gleicher Leistungsdifferenzen fallen fast mit den eben ermittelten zusammen. Die zweite von jenen würde etwas höher, die dritte und vierte etwas tiefer als diese liegen.

Aus III) und IIIa) können die Druckhöhen mit $\rho=0.01, 0.02, 0.03$ für $C''' D''' E'''$ gerechnet werden; ihre Werte sind in die Tabelle eingetragen; für den Zapfendruck sind sie nicht erforderlich; sie geben nur eine bessere Übersicht über die Druckverhältnisse im Kanal.

Geht man nun auf die Druckverteilung längs Ψ' zwischen A' und B' über, so sind zuerst die Koordinaten der Schnittpunkte $C' D' E'$ der Hyperbeln 3, 4 und 5 mit dem Stromflächenmeridiane Ψ' zu bestimmen. Sie wurden der Abb. 5 entnommen.

Wollte man sie durch Rechnung kontrollieren, so wäre beispielsweise für C' :

$$\left. \begin{aligned} 20.1 r^2 - 31.2 z^2 &= 1.973 \quad \text{Hyperbel 3,} \\ 6.25 r^2 z &= 0.135 \quad \Psi', \end{aligned} \right\} C' (r_3' \text{ und } z_3').$$

Aus z_3' ergibt sich H_{u3}' , ferner folgen aus IIIa) die Komponenten, das Quadrat und die Geschwindigkeitshöhe der absoluten Geschwindigkeit im Parallelkreise C' ; mit $\rho = 0.01$ kann dann aus III) die absolute Druckhöhe für diesen Parallelkreis h_3' gerechnet werden.

In gleicher Weise ist für D' und E' vorzugehen; die zugehörigen Druckhöhen sind h_4' und h_5' mit $\rho = 0.02$, beziehungsweise $\rho = 0.03$ aus III) gerechnet.

Nicht anders ist mit den Punkten C'' , D'' und E'' in Ψ'' zu verfahren. Die Gleichungen IIIa) und III), letztere der Reihe nach mit $\rho = 0.01, 0.02, 0.03$ liefern die absoluten Druckhöhen h_3'', h_4'' und h_5'' .

Alle diese Werte sind in der Tabelle zusammengestellt und die Druckhöhen in die Abb. 7 eingetragen. Es ergeben sich die Kurven $A_1 C_1 D_1 E_1 B_1$ für Ψ' und $A_2 C_2 D_2 E_2 B_2$ für Ψ'' . Die absolute Druckhöhe liegt immer zwischen den zusammengehörigen, übereinander liegenden Punkten in dem betreffenden Stromflächenmeridiane und der Druckverteilungskurve.

Ließe man beispielsweise die Fläche $A_1 B_1 B' A' A_1$ um die Turbinenachse rotieren, so gäbe das Gewicht des Wasserrotationskörpers den von den Druckverhältnissen innerhalb der Turbine herrührenden achsialen, nach abwärts wirkenden Gesamtdruck an, welchen der untere Kranz erfährt. Das Gewicht dieses Wasserkörpers ist

$$\gamma \cdot \int_{r_2'}^{r_1'} h' \cdot 2 r \pi dr.$$

Ebenso ergibt sich der von den Druckverhältnissen innerhalb der Turbine herrührende nach aufwärts wirkende achsiale Druck auf Ψ'' aus dem Ausdruck

$$\gamma \cdot \int_{r_2''}^{r_1''} h'' \cdot 2 r \pi dr$$

darstellenden Umdrehungskörper

e) Der achsiale hydraulische Gesamtdruck auf das Laufrad $P_{\Delta h_r}$.

Will man nun die Druckdifferenzen erhalten, deren Ermittlung durch das Vorhergehende angestrebt wurde, so sind die beiden Kurvenzüge $A_1 A_3 A_2 B_2$ und $A_1 B_1 B_2$ über demselben Grundlinienzuge aufzubauen, also etwa der letztere über $A' A'' B''$, wodurch sich der strichlierte Zug $A_1 A B B_2$ ergibt und damit auch die in $P_{\Delta h_r}$ vorkommenden Druckdifferenzen Δh_r , welche oben durch $A_1 A_3 A_2 D_2 B_2$, unten durch $A_1 A B B_2$ begrenzt werden. Läßt man die in Abb. 7 horizontal schraffierte Fläche $A_1 A_2 D_2 B_2 B A A_1 = F_{\Delta h_r}$ um die Turbinenachse rotieren, so gibt das Gewicht des entstehenden Wasserrotationskörpers die Größe $P_{\Delta h_r}$, den hydraulischen Gesamtdruck in achsialer Richtung in den Gleichungen a) und b) für P_z an, denn es ist ohneweiters aus der Abbildung zu entnehmen, daß der Rauminhalt dieses Rotationskörpers

$$V_{\Delta h_r} = \int_{r_2''}^{r_1'} \Delta h_r \cdot 2 r \pi dr \text{ ist.}$$

Somit

$$\gamma \cdot V_{\Delta h_r} = P_{\Delta h_r};$$

da aber Δh_r zu bilden ist nach

$$\Delta h_r = h_{\text{unten}} - h_{\text{oben}},$$

so folgt (Abb. 7), daß $P_{\Delta h_r}$ negativ ist, daher entlastend auf den Zapfen wirkt.

Zur Berechnung des $V_{\Delta h_r}$ wäre zu schreiben

$$V_{\Delta h_r} = 2 r_{\Delta h_r} \cdot \pi \cdot \int_{r_2''}^{r_1'} \Delta h_r \cdot dr = F_{\Delta h_r} \cdot 2 r_{\Delta h_r} \pi.$$

$F_{\Delta h_r}$ ergibt sich durch Planimetrierung, wobei im vorliegenden Falle auf die Verschiedenheit der Maßstäbe für Längen und Höhen Rücksicht zu nehmen ist.

$r_{\Delta h_r}$, der Halbmesser des Schwerpunktes der Fläche $F_{\Delta h_r}$, kann graphisch in bekannter Weise gefunden werden. Seine Ermittlung ist in Abb. 7 durchgeführt.

Und es ist somit:

$$P_{\Delta h_r} = - \gamma \cdot F_{\Delta h_r} \cdot 2 r_{\Delta h_r} \pi. *)$$

Läßt man die Fläche $A_1 A B B_2 B_1 D_1 A_1$ um die Turbinenachse rotieren, so erhält man das Gewicht des Wassers im Rade G , wie aus der Entstehung des strichlierten Linienzuges hervorgeht.

f) Druckverteilung längs Ψ'' zwischen B'' und F'' .

Für einen beliebigen Parallelkreis K (Abb. 3) zwischen B'' und F'' lautet die Energiegleichung:

$$h'' + \frac{w''^2}{2g} = h_2'' + \frac{w_2''^2}{2g} + (z'' - z_2'') - \rho_3'' \cdot H.$$

Aus II) folgt:

$$h_2'' + \frac{w_2''^2}{2g} = \frac{w_0^2}{2g} + (h_a - H_{a2}'') + (1 - \rho_1 - \rho_2) H - \eta H.$$

Ferner ist:

$$- [H_{a2}'' - z'' + z_2''] = - H_{a2}''$$

und daher die absolute Druckhöhe im beliebigen Parallelkreise K

$$\left. \begin{aligned} h'' &= \frac{w_0^2}{2g} + (h_a - H_{a2}'') + \\ &+ (1 - \rho_1 - \rho_2 - \rho_3'') H - \eta H - \frac{w''^2}{2g} \end{aligned} \right\} \text{ IV.}$$

$$\left. \begin{aligned} w_z'' &= 2 a z, \\ w_r'' &= - a r, \\ w_n'' &= 0, \\ w''^2 &= w_r''^2 + w_z''^2 \end{aligned} \right\} \text{ IVa).}$$

Für

wird

$$F'' (r_0 = 0.163, z_2' = 0.240)$$

$$H_{a2}'' = 2.895 m,$$

$$w_r'' = - 1.02 m/\text{Sek.}$$

$$w_z'' = 3.00 m/\text{Sek.}$$

$$w''^2 = 10.040,$$

$$\frac{w''^2}{2g} = 0.512 m;$$

$$\rho_3'' = 0.01$$

mit

wird

$$h'' = \frac{w_0^2}{2g} + 7.105 - 0.312 m,$$

welcher Wert wie die übrigen Druckhöhen in Abb. 7 eingetragen wurde.

In Abb. 4 sind die Verhältnisse für einen Stromfaden oder, wenn man will, für ein Teilturbinchen in Ψ'' dargestellt.

*) $P_{\Delta h_r}$ kann auch rechnerisch ermittelt werden. Zu diesem Zwecke ist die in Gleichung b) angegebene Dreiteilung durchzuführen; dann sind die Druckdifferenzen mit Hilfe der Gleichungen I), II) und III) zu bilden und als Funktionen von r darzustellen, was unschwer zu erreichen ist, da in den Hyperbelgleichungen

$$(w_n r) = b^2 r^2 - c^2 z^2$$

mit Hilfe der Gleichungen

$$\Psi' = a r^2 z,$$

$$\Psi'' = a r^2 z$$

z eliminiert werden kann. Auch die Integrationen sind einfach durchzuführen, aber die Ausdrücke erhalten eine solche Länge und erreichen zu ihrer Auswertung einen derartigen Aufwand an Ziffernrechnungen, daß für praktische Ermittlungen dieser Weg nicht zu empfehlen ist. Es wird daher von der Wiedergabe dieses Teiles der Arbeit abgesehen.

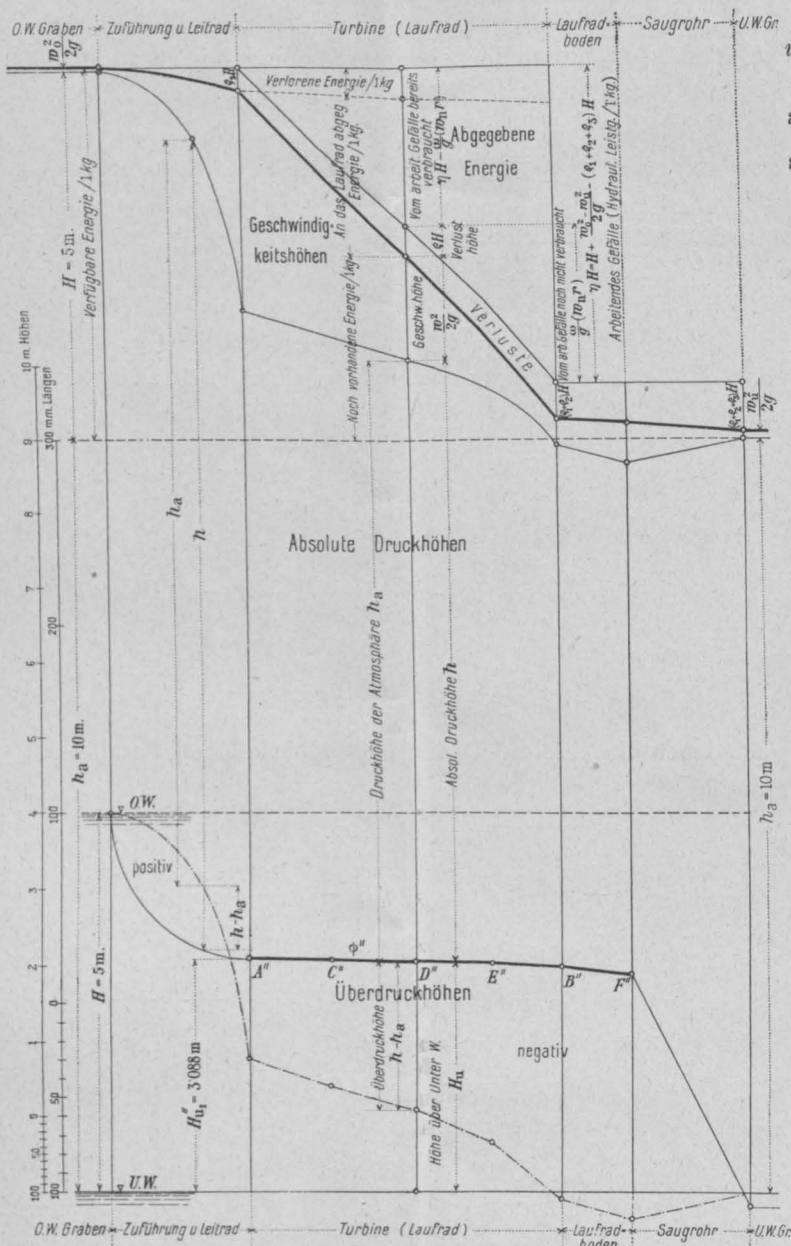


Abb. 4.

Die Abbildung gibt ein anschauliches Bild über die Geschwindigkeits- und Druckverhältnisse sowie über die Energieabgabe in der Turbine. Zuführung und Abführung sind willkürlich eingezeichnet, jene mit stetiger Querschnittsänderung von w_0 bis w_1 vom O. W. bis zur Turbine (Stromfläche Ψ) längs eines Kreisbogens (O. W.) A'' .

3. Die Reaktion R_z .

Es handelt sich um die Ausmittlung der Größe

$$R_z = - \int \frac{dm}{dt} \cdot dw_z.$$

Nimmt man ein Teilturbinchen in der beliebigen Stromfläche Ψ an, welche den Parallelkreis vom Halbmesser r (Abb. 5) enthält, so ist für diese

$$\begin{aligned} dR_z &= - \frac{dm}{dt} \cdot \Delta w_z \\ &= - \frac{dm}{dt} \cdot (w_{z_2'} - w_{z_1}), \end{aligned}$$

wenn man zunächst annimmt, daß der Laufradboden bis F'' reicht.

Da

$w_{z_2'} = 2a z_2'$ axiale Geschwindigkeit im Parallelkreise F' und
 $w_{z_1} = 2a z_1$ axiale Geschwindigkeit im Parallelkreise A ,
 also

$$w_{z_2'} - w_{z_1} = 2a \cdot (z_2' - z_1) \text{ ist,}$$

so folgt

$$dR_z = - \frac{dm}{dt} \cdot 2a (z_2' - z_1).$$

Nun ist für diese Teilturbine die sekundliche Wassermasse

$$\frac{dm}{dt} = 2r\pi \cdot dr \cdot w_{z_2'} \cdot \frac{\gamma}{g},$$

wobei wegen

$$w_z = 2az$$

$w_{z_2'}$ unveränderlich ist in der ganzen Ringfläche von der Breite

$$B'F'' = r_2' - r_0.$$

Es wird somit

$$dR_z = - \frac{2a\gamma}{g} \cdot w_{z_2'} [2r\pi dr (z_2' - z_1)].$$

Projiziert man den Schnittpunkt des Meridianes der Stromfläche Ψ mit dem Eintrittsmeridian, den Punkt A , in die Senkrechte des Punktes F' nach A_1 , so ist

$$\overline{A_1F} = z_2' - z_1,$$

und der Ringzylinder von der Breite dr und der Höhe $\overline{A_1F}$ gibt den Ausdruck in der eckigen Klammer.

Summiert man alle auf gleiche Weise über der ganzen Ringbreite $r_2' - r_0$ entstehenden Ringzylinder, so entsteht der Wasserrotationskörper mit dem Mittelschnitte $A_1' A_1'' F'' B' A_1' = F_{\Delta z}$, dessen Achse mit der Turbinenachse zusammenfällt.

Sein Rauminhalt ist:

$$V_{\Delta z} = \int_{r_0}^{r_2'} 2r\pi dr (z_2' - z_1) = F_{\Delta z} \cdot 2r_{\Delta z} \pi,$$

wenn mit $r_{\Delta z}$ der Halbmesser des Schwerpunktes von $F_{\Delta z}$ bezeichnet wird, und es ist somit

$$R_z = - \frac{2a\gamma}{g} \cdot w_{z_2'} \cdot V_{\Delta z},$$

$$R_z = - \frac{2a\gamma}{g} \cdot w_{z_2'} \int_{r_0}^{r_2'} 2r\pi dr (z_2' - z_1)$$

proportional dem Gewichte dieses Wasserkörpers.

Setzt man für

$$w_{z_2'} = 2a z_2',$$

so wird

$$\begin{aligned} R_z &= - 4a^2 z_2' \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \int_{r_0}^{r_2'} 2r\pi dr (z_2' - z_1) = \\ &= - \frac{4a^2 z_2'}{g} \cdot V_{\Delta z} \cdot \gamma. \end{aligned}$$

Multipliziert man die Differenz $(z_2' - z_1)$ mit $\frac{4a^2 z_2'}{g}$, so gibt das Gewicht des neu entstehenden Rotationskörpers vom Volumen

$$V_w = \frac{4a^2 z_2'}{g} \cdot V_{\Delta z} = F_w \cdot 2r_{\Delta z} \pi$$

die Größe der Reaktion

$$R_z = - \gamma V_w = - \gamma \cdot F_w \cdot 2r_{\Delta z} \pi.$$

$$\gamma = 1000, \text{ wenn } V \text{ in } m^3,$$

$$F_w = \frac{4a^2 z_2'}{g} \cdot F_{\Delta z}.$$

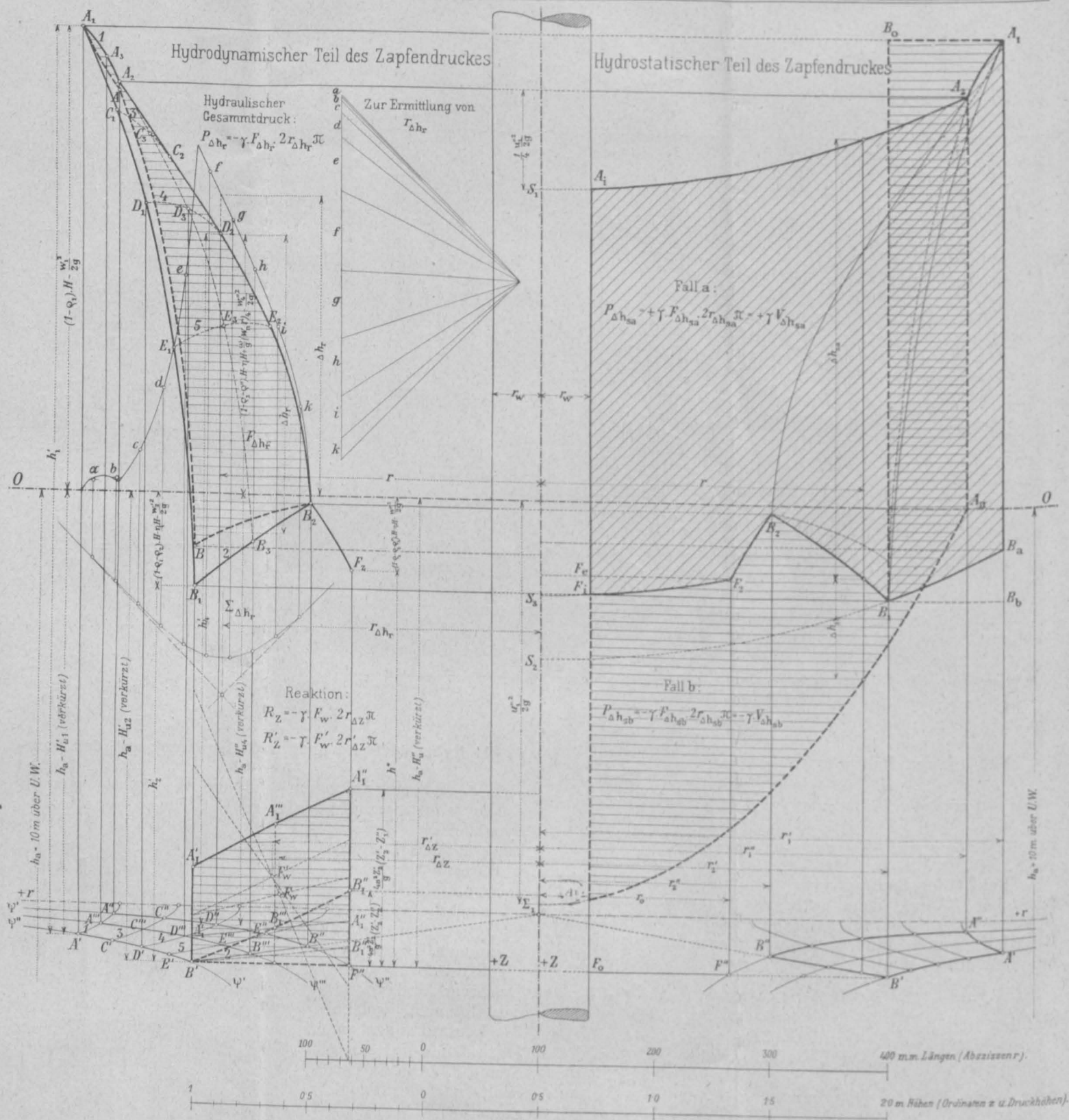


Abb. 7.

Abb. 8.

gegeben ist, wenn mit u_1'' die Umfangsgeschwindigkeit im Parallelkreise A'' bezeichnet wird. In Abb. 8 ist der Meridian dieses Paraboloides eingezeichnet und mit $A_2 A_1 S_1$ beschrieben.

Ferner ist für den Fall des größten Druckes der Raum S_2 durch σ_3 gegen den Saugraum offen zu halten und durch Ausflußwiderstände in σ_2 der Spaltdruck in A' abzdrosseln; dann ist für S_2 maßgebend der Druck $h_2' = B' B_1$ im Parallelkreise B' . Rotiert auch in S_2 das Wasser mit der halben Winkelgeschwindigkeit des Rades, so steigt von h_2' der Druck nach einem zu $A_2 A_1 S_1$ kongruenten mit $B_a B_1 S_2$ bezeichneten Paraboloid an bis zum Zylinder vom Durchmesser $2r_1'$ (Parallelkreis A').

Nimmt man weiter an, daß auch im Raume S_3 , welcher durch Spalt σ_4 mit dem Saugraume in Verbindung steht, das Wasser mit der halben Winkelgeschwindigkeit vom Laufrade mitgenommen wird, so fällt von der hier maßgebenden Druckhöhe $h'' = F'' F_2$ im Parallelkreise F' der Druck nach einem zu den früheren kongruenten Paraboloiden $F_2 F_1 S_3$ ab. Sieht man von dieser Rotation ab, dann tritt an die Stelle des Paraboloides die horizontale Ebene $F_2 F_e$.

Der die hydrostatische Last darstellende Druckkörper erscheint nunmehr völlig begrenzt. Nach abwärts wirkt das Gewicht eines Rotationskörpers, dessen Mittelschnitt von $A_1 A_2 A_1$ oben bis zur oberen Laufradbegrenzung und

zum Meridiane der Eintrittsfläche, d. i. bis zum Linienzuge $A' A'' B'' F'' F_0$ unten reicht. Nimmt man das Gewicht G des Wassers im Rade hinzu, erledigt man somit noch den dritten Teil der rechten Seite der Gleichungen $a)$ und $b)$, und denkt man sich auch das ganze Laufrad aus Wasser, so ist der Mittelschnitt des den nach abwärts wirkenden Druck darstellenden Wasserrotationskörpers gegeben durch $A_1 A_2 A_1 F_0 F'' B'' B' A' A_1$.

Nach aufwärts wirkt das Gewicht des mit Wasser gefüllten Umdrehungskörpers $A' B' B'' F'' F_0 F_1 F_2 B_2 B_1 B_0 A'$, so daß nach abwärts wirkend übrig bleibt das Gewicht des Wasserrotationskörpers $A_1 A_2 A_1 F_1 F_2 B_2 B_1 B_0 A_1$.

Das Gewicht des Wassers im Rade fällt hinaus, dieses ist seinem Auftriebe gleich, und auch der Auftrieb des ganzen Laufrades hat sich erledigt.

Bezeichnet man den Rauminhalt des eben umgrenzten Rotationskörpers mit $V_{\Delta h_s}$, so ist die hydrostatische Last:

$$P_{\Delta h_s} = \gamma \cdot V_{\Delta h_s} = \gamma \cdot \int_{r_w}^{r_1} \Delta h_s \cdot 2 r \pi dr,$$

wenn mit Δh_s die hier maßgebenden Druckdifferenzen bezeichnet werden; $2 r_w$ ist der Wellendurchmesser.

b) Größte Entlastung.

Will man den Spurzapfen entlasten, so wird man trachten, in S_1 den kleinsten, in S_2 aber den größten Druck zu erreichen. Drosselt man im Kranzspalte σ_1 den Spaltdruck h_1'' ab, und verbindet man den Raum S_1 unmittelbar mit dem $U. W.$ am Orte der größten Umfangsgeschwindigkeit, so ist jetzt der für S_1 im Parallelkreise A'' maßgebende Druck gegeben durch die Höhe $A'' A_{II}$. Versieht man außerdem die Oberseite des Laufrades mit Rippen, welche bis zur Begrenzung von S_1 reichen, so rotiert das Wasser in S_1 mit der Winkelgeschwindigkeit des Rades, der Druck fällt daher nach einem Rotationsparaboloide $A_{II} A_u \Sigma_1$, dessen Scheitel Σ_1 in der Tiefe

$$\frac{u_1'^2}{2g}$$

unter der Ebene OO liegt. Seine Pfeilhöhe ist somit viermal so groß als jene des Paraboloides $A_2 S_1$ des früher betrachteten Falles.

Das Gewicht des mit Wasser gefüllten Rotationskörpers $A_1 A_2 A_{II} A_u F_0 F'' B'' B' A' A_1$ gibt den nach abwärts wirkenden Druck an, wenn gleich wieder das Gewicht des Wassers im Rade G und das aus Wasser gedachte Laufrad mit einbezogen werden.

Geht man nun zu dem nach aufwärts wirkenden Drucke über, so ist im Sinne der beabsichtigten Entlastung der Kranzspalt σ_2 gegen S_2 zu öffnen und der

Druck in S_2 durch Anordnung von Ausflußwiderständen im Spalte σ_3 zu halten. Maßgebend ist somit jetzt für S_2 der Spaltdruck im Parallelkreise A' , d. i. $h_1' = A' A_1$. Ordnet man am Gehäuse in S_2 Rippen an, um die Rotation des Wassers in S_2 zu verhindern, dann erfolgt die Druckverteilung in S_2 nach der horizontalen Ringebe $A_1 B_0$. Wären diese nicht vorhanden, so würde der Druck von A_1 nach einem zu $A_2 S_1$ kongruenten Paraboloid abfallen, von welchem der zwischen den Zylindern A_1 und B_0 liegende Ring zur Geltung kommen würde. Längs $B' B'' F'' F_0$ bleibt die Druckverteilung wie früher.

Es ist somit jetzt der nach aufwärts wirkende Druck gegeben durch das Gewicht des Wasserrotationskörpers $A' B' B'' F'' F_0 F_1 F_2 B_2 B_1 B_0 A_1 A'$. Subtrahiert man diesen von dem nach abwärts wirkenden Druckkörper, so bleibt der Rotationskörper mit dem horizontal schraffierten Mittelschnitte

$$A_1 B_0 B_1 B_2 F_2 F_1 A_u A_{II} A_2 A_1$$

über. Da die Druckdifferenzen Δh_s jetzt durchwegs negativ werden, so wird der durch das Gewicht dieses Körpers gegebene Druck auf den Spurzapfen negativ, und es ist somit

$$P_{\Delta h_s} = -\gamma \cdot V_{\Delta h_s} = -\gamma \int_{r_w}^{r_1} \Delta h_s \cdot 2 r \pi dr$$

die durch die angegebenen Vorkehrungen erzielte Entlastung des Spurzapfens, wenn wieder mit $V_{\Delta h_s}$ der Rauminhalt des oben beschriebenen horizontal schraffierten Rotationskörpers bezeichnet wird.

Betrachtet man jetzt die Abb. 7 und 8 als zusammengehöriges Bild, so gibt die linke Hälfte den hydrodynamischen Teil des Zapfendruckes, zusammengesetzt aus dem infolge der Druckdifferenzen in den inneren Laufradbegrenzungen entstehenden, oben gezeichneten Druckrotationskörper $P_{\Delta h_r}$ und aus dem der achsialen Reaktion R_z zugehörigen, unten gezeichneten Wasserringe.

Beide entlasten den Zapfen.

In der rechten Hälfte erscheint der hydrostatische Teil $P_{\Delta h_s}$ des Zapfendruckes, herrührend von den Druckdifferenzen in den äußeren Laufradbegrenzungen, gezeichnet für die beiden Grenzfälle des größten und des kleinsten Zapfendruckes.

Entlastungen sind horizontal, Belastungen rechts ansteigend schraffiert. Als statische Last käme noch die an der Welle hängende, von der unteren Wellenstirn bis zum $U. W.$ reichende Saugsäule hinzu.

Ausführliche Studien über den Druck auf den Spurzapfen der Turbinen und Kreiselpumpen befinden sich bereits im Druck und werden in der nächsten Zeit in dieser „Zeitschrift“ erscheinen.

Wien, 18. November 1905.

Die Wiener Bedürfnisanstalten System Beetz.

Das „Non olet“, mit dem Kaiser Titus die Einnahmen aus der unbeliebten Abortsteuer beschönigte, ist in seiner Übersetzung zum Schlagworte auf jenem Gebiete der Gesundheitstechnik geworden, in welchem äußerste Reinlichkeit unbedingtes Erfordernis ist. Die Geruchlosigkeit wurde durch Anwendung reichlicher Wassermengen zu erzielen angestrebt. Diese Methode wurde bei den Pißstätten, namentlich denjenigen, welche öffentlicher Benützung dienen, durch das Ölurinor System Beetz mehr und mehr verdrängt.*) Dasselbe ist auf Wiener Boden entstanden und hier 1885 zuerst eingerichtet worden. Wien wurde hierbei das Vorbild für eine nicht rasch aufzählbare Reihe von Städten nicht bloß unseres Weltteiles. Beetz' Ölurinor findet sich beispielsweise in Paris, Berlin, Budapest, aber auch in Alexandrien,

*) „Eingeölte Pissoire mit Ölabschluss“. „Ztschr. des Österr. Ing.- u. Arch.-Ver.“ v. 1892, Nr. 36.

in Mexiko und in großer Zahl auch auf Kriegsschiffen. Nach Angabe des Erfinders stehen insgesamt derzeit 110.000 eingeölte Pißstände in Betrieb.

Was Wien anbelangt, so sind die vorhandenen, für Männer bestimmten 140 öffentlichen Pissoirs mit 632 Ständen fast durchaus als Ölurinors System Beetz eingerichtet. Die Gemeindeverwaltung hat nämlich bald erkannt, daß das köstliche, aber auch kostspielige Hochquellwasser zu anderen Zwecken besser verwertet werden kann. Von der Firma Wilhelm Beetz sind hier 69 Bedürfnisanstalten errichtet worden, in welchen neben unentgeltlichen Pißständen auch Klosettzellen für Männer und solche für Frauen untergebracht sind. Diese Bedürfnisanstalten, zusammen 377 Ölstände und 495 Klosettzellen enthaltend, gehen nach Ablauf der 25jährigen Vertragsdauer ohne Zahlung einer Abfindung in das Eigentum der

Gemeinde Wien über. Die Benützung einer Klosett- zelle II. Klasse kostet 6 h, in einzelnen auf öffentlichen Marktplätzen stehenden An- stalten zur Nachtzeit so- gar nur 2 h. In den Klo- settzellen I. Klasse, in wel- chen auch ein Waschbecken vorhanden ist, beträgt die Benützungsgebühr 10 h. Die Einhebung der Gebühr erfolgt durch eine Warte- frau, welche durch eine an der Zellentür ange- brachte Zählvorrichtung in einfacher Weise kontrolliert wird und für die Reinhalt- ung und Ordnung zu sor- gen hat. Klagen über diese allgemein beliebten Anstal- ten kommen, trotz des be- kanntlich zur Kritik über öffentliche Einrichtungen nicht abgeneigten Sinnes der Wiener, höchst vereinzelt vor.

Wenn nun auch die in ihrer Architektur einfach, aber nett aus- gestattet Häuschen das Straßenbild im allgemeinen nicht beein- trächtigen, so zeigte sich doch das Streben, dieselben nach Tunlichkeit unauffällig zu machen, was auch dort, wo gärtnerische Anlagen vorhanden sind, z. B. bei einzelnen Teilen der Ringstrasse, mittels Gesträuch gelang. Schwieriger war dies im engver- bauten Herzen der Stadt, wo nun unweit der sehr belebten Kreuzung des Kohlmarktes und des Gra- bens, in letzterer platz- artigen Straße die erste unterirdische Bedürf- nisanstalt Wiens von der früher genannten Firma vor etwa Jahresfrist errichtet worden ist. Es geschah dies nahe der Einmündung der Jungferngasse in den Graben, unterhalb eines öffentlichen, mit einem Standbilde geschmückten Brunnens. Derselbe mußte abgetragen und nach Er- bauung der Anstalt auf deren durch eiserne Pfei- ler gestützten Eisenbeton- decke wieder aufgestellt werden. Der unterirdische Raum ist 14,5 m lang, 7,70 m breit und 3,0 m im Lich- ten hoch; zu demselben führen, entsprechend den Geschlechtern, zwei Stie- gen, auf deren Bestimmung die Aufschriften der ober- irdischen Gaslaternen hin- weisen. Sonst sieht man nur die zierlichen Geländer der beiden Treppenabgänge,



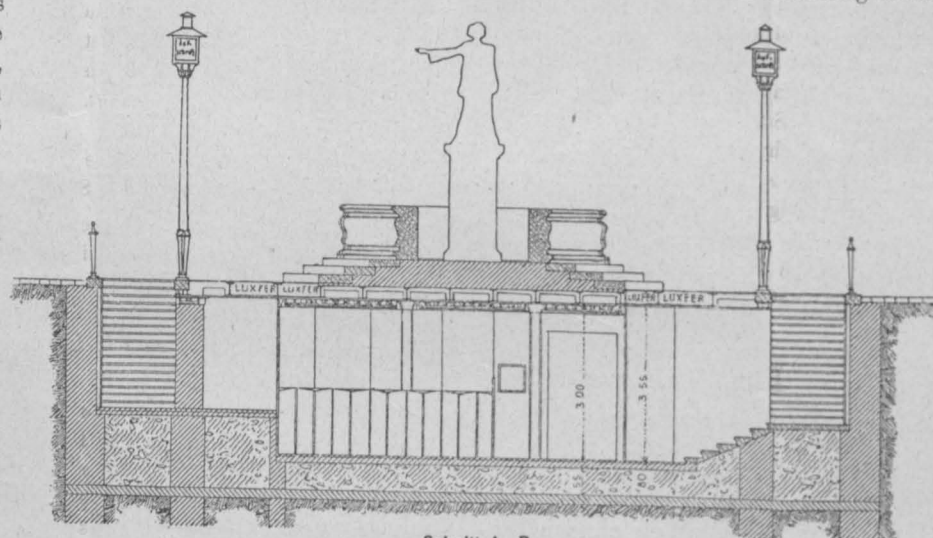
Abb. 1.

welche den Sommer über durch Blattpflanzen und Blumen maskiert werden.

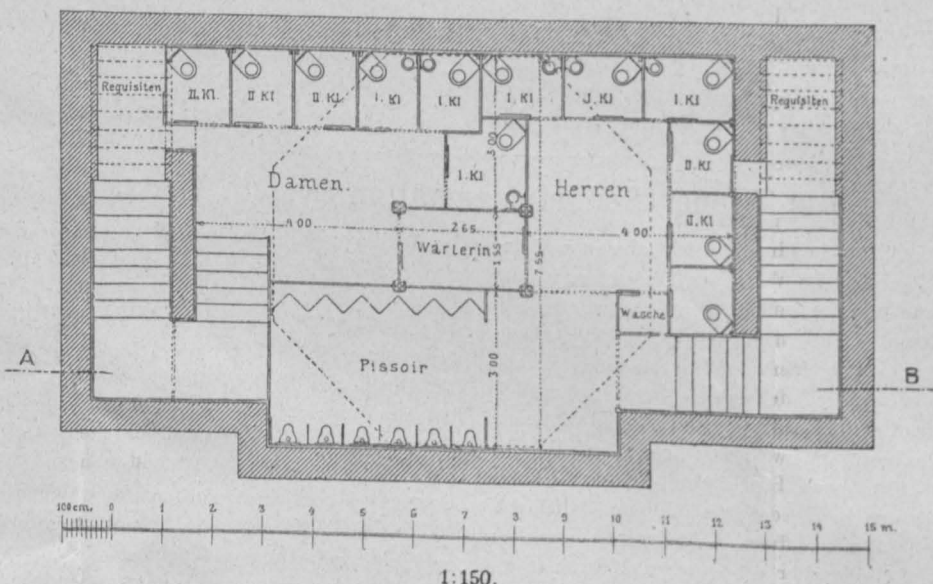
Die Einteilung der An- stalt zeigt der Grundriß Abb. 2. Die Herren- und die Damen-Abteilung sind nur durch den Raum für die Wärterin verbunden, welcher Raum wegen des lebhaften Besuches auch zum Aufenthalte eines Wär- ters dient. Jede der beiden Abteilungen enthält je drei Zellen für die II. Klasse und je drei für die I. Klasse. Das Pissoir hat zwölf Pa- tent-Ölurinoirs; die aus Portlandzement-Beton her- gestellten Umfassungswän- de sind mit Carrara-Mar- morplatten verkleidet; der Fußboden ist mit gemuster- ten Fliesen belegt.

Die Erhellung geschieht durch in der Decke ein- gelassene Luxferprismen in so ausgiebiger Weise, daß nur nachts- über eine künstliche Beleuchtung mittels neun Nernstlampen erforder- lich ist. Zur winterlichen Beheizung dienen zwei Gasöfen. Zur Lüftung sind die Hohlräume der beiden Laternenständer ausgenützt, wobei auch Lockflammen angeordnet sind. Diese natürliche Lüf- tung erweist sich so völlig ausreichend, daß der Ge- ruchsinn nicht belästigt wird. Die Abwässer fließen in den Unratskanal.

Die Scheidewände und Türen der Zellen sind aus poliertem Eichenholz mit Füllungen aus modernem Sternglas und Oberlichtern aus Facettenglas in Messing- einfassung. Aus gleichem Metall sind auch die Hähne der Waschbecken der I. Klasse, welche Zuleitungen von warmem und kaltem Wasser haben, und die Handtuchhalter. Jede Zelle hat einen Spiegel; in dem Vorräume der besonders gefällig ausgestatteten Da- menseite ist außerdem ein großer Wandspiegel von 2 x 1 m vorhanden. Zwei Aquarien mit Springbrun- nen, umgeben von Blumen und bewohnt von Fischen und Eidechsen, beleben die Vorräume. Die freistehen- den Abortvasen sind aus weißer Faience, haben Teak- holzsitze und Sturzreser- voirs; ihre Wasserspülung betätigt sich durch Zug. Ein Vergessen des Gastes in dieser Hinsicht wird durch



Schnitt A-B.



1:150.

Abb. 2 u. 3. Schnitt und Grundriß der unterirdischen Bedürfnisanstalt am Graben.

das Wartepersonal, welches gehalten ist nach jeder Benützung den Sitz abzuwischen und nachzusehen, behoben. Die Pißstände sind zum Teile in Beckenform ausgeführt, wobei die Rück- und Schutzwände aus braunem schwedischen Granit bestehen. Das rechtsseitige Pissoir bildet im Grundrisse zur Verhütung des Zurückspritzens des Harns eine Zickzacklinie. Die Flächen bestehen hier aus poliertem Schiefer und sind durch Leisten und Säulen aus Messing abgegrenzt. Die beiden Pissoirformen wurden gewählt, um verschiedenartigen Wünschen nachzukommen.

Zu den K 70.000 betragenden Baukosten hat die Gemeinde K 32.000 beigesteuert. Der Betrieb und die Erhaltung wird von der Firma Wilhelm Beetz besorgt. Die Gemeinde, welche sich auch bei dieser Anstalt ein Heimfallsrecht nach 25 Jahren gesichert hat, trägt jährlich K 1800 zu den Unterhaltungskosten des unentgeltlichen Pissoirs bei. Die Benützungspreise der Zellen sind den früher angegebenen gleich. Der Beitrag der Gemeinde ist bei weitem geringer als der Preis des zur Spülung sonst erforderlichen Wassers. Rechnet man, entsprechend üblichen Ausführungen, die für einen Pißstand erforderliche Wassermenge mit nur 300 l in der Stunde, so braucht man für zwölf Stände bei fortwährender Spülung im Tage $12 \times 24 \times 3 = 864 \text{ hl}$, im Jahresverlaufe rund 31.500 m^3 Wasser. Der Beitrag würde also einem Wasserpreise von weniger als 6 h für 1 m^3 oder etwa 40% jenes Preises entsprechen, um welchen Trinkwasser abgegeben wird.

Bei dem Betriebe eines Ölorinoirs bildet der Aufwand an dem mineralischen Öle besonderer Zusammensetzung, Urinol genannt, die hauptsächlichsten Kosten. Mit demselben werden nach vorgenommener Reinigung die Pißflächen in der Regel alltäglich mittels eines Pinsels abgerieben. Der Harn fließt sonach von der geölten Fläche rasch ab und gelangt zu dem Ölsiphon, der nun in vervollkommener Art (Modell 1904, österr. Patent Nr. 18.462) ausgeführt wird.

Die Vorzüge des neuen Modells gegenüber dem früheren ergeben sich aus dem Vergleiche der Abb. 4 und 5. Der Harn gelangt durch die runden, im Kreise angeordneten Löcher d' (etwa 25 Stück) in den äußeren ringförmigen Teil des runden Behälters aa , in welchen die oben durch den damit verbundenen Deckel d geschlossene Glocke cc gestellt ist. Diese Glocke hat unten Ausschnitte $c'c'$. Der Abfluß erfolgt durch die Ausschnitte $e'e'$ des eingesteckten Mittelrohres ee in die zum Unratskanal führende Leitung. Die Inbetriebsetzung erfolgt durch Aufschütten von Wasser auf den Deckel, bis der Behälter aa gefüllt ist. Sodann wird soviel Urinol

nachgefüllt, bis dasselbe eine 1 cm hohe Schichte ff bildet. Der Harn muß das eine desinfizierende Wirkung übende Urinol durchdringen und sinkt, weil schwerer, unter dasselbe. Der Überschuß fließt in der Pfeilrichtung ab. Beim raschen Zuflusse von Harn wird bei dem alten Modell etwas Urinol mitgerissen. Dies ist nun bei dem Modell 1904 durch die Ausweitung bei hh vermieden. Dorthin weicht die schwimmende Öl-

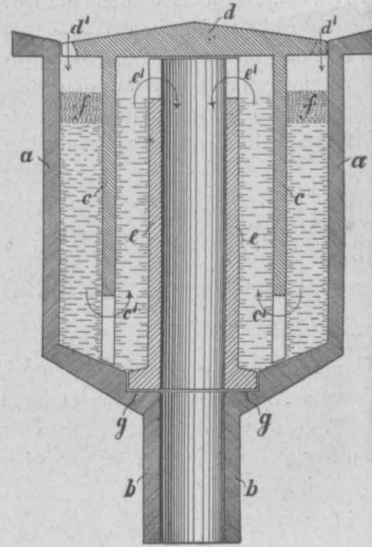


Abb. 4. Siphon, Modell 1891.

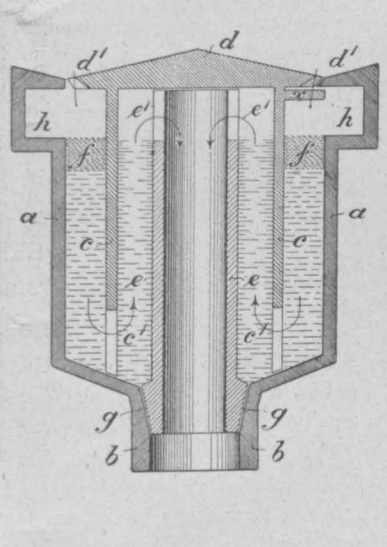


Abb. 5. Siphon, Modell 1904.

schichte zum größeren Teile aus. Die Erfahrung hat gelehrt, daß nur die halbe Ölmenge gegenüber früher aufgewendet zu werden braucht. Der Jahresverbrauch an Urinol beträgt, je nach der Lebhaftigkeit der Benützung, für einen Stand 3 bis 15 kg, was beim Preise von 60 h für 1 kg 2 bis 9 Kronen ausmacht. Bei der neuen Konstruktion des Siphons ist auch das untere Ende des Mittelrohres gg vorteilhafter gestaltet. Durch die Deckelansätze x , welche ähnlich einem Bajonettverschlusse wirksam sind, ist das Stehlen der Glocke erschwert.

Wie auf so vielen technischen Gebieten, so auch hier. Anscheinend unbedeutende Einzelheiten führen zu einem erheblich günstigeren Erfolge.

H. Beranek.

Ein Wald- und Wiesengürtel für Wien.

Der Redaktion sind die folgenden Schreiben zugekommen:

Nach mehrmonatlicher Abwesenheit von Wien unsere Zeitschrift durchblättern finde ich in Nr. 33 derselben, S. 465, einen Artikel des Stadtbau-Inspektors H. Goldemann über das „Generalprojekt eines Wald- und Wiesengürtels und einer Höhenstraße für die Reichshaupt- und Residenzstadt Wien“, der sehr interessant ist, der aber in der historischen Darstellung das diesbezügliche Verdienst unseres Kollegen Eugen Faßbender nicht genügend schärf zum Ausdruck bringt. Der vom letzteren im Jahre 1894 projektierte und als „Volksring“ bezeichnete grüne Gürtel ist nicht nur ein Weitergehen in der Erhaltung der grünen Fluren im Generalregulierungsplan der Stadt Wien gegenüber den anderen Projekten, er ist vielmehr ein ganz eigenartiger, bis dahin unausgesprochener, in keiner anderen Stadt der Kulturwelt zum Ausdruck gebrachter Gedanke. Daß der heute projektierte Wald- und Wiesengürtel, weil derselbe das bestehende Waldgebiet und „die besondere Eignung einzelner Grundflächen für die Anpflanzung“ mehr berücksichtigt, etwas wesentlich anderes sei als der „Volksring“, kann nicht zugegeben werden, weil es meist nicht schwer ist, den Inhalt eines größeren Gedankens durch Verbesserungen und Änderungen im Detail auszugestalten, die absolut unmöglich wären, wenn der erste Gedanke nicht ausgesprochen worden wäre; und wenn Herr Bürgermeister Dr. Karl Lueger in dankenswerter Weise in der Sitzung des Wiener Gemeinderates vom 24. Mai l. J. die Schaffung dieses Gürtels angeregt hat, so konnte er dies nur, weil der Gedanke schon 11 Jahre vorher vom Architekten Faßbender ausgesprochen und hinsichtlich seiner Eigenart gegenüber allen anderen Bestrebungen

zur Erhaltung und Ausdehnung des „Grünen“ in großen Städten, festgelegt wurde. Die Erfindung der Präzisionssteuerung an der Dampfmaschine ist ohne Zweifel eine epochemachende Änderung an derselben, die Bedeutung des Gedankens der Dampfmaschine selbst kann durch dieses Detail in keiner Weise beeinflusst werden.

Die Berücksichtigung des Waldes bei der Durchführung des betreffenden Gürtels ist gewiß sehr schön und verdienstvoll, ebenso auch der Gedanke der Höhenstraße; wenn aber dereinst die Stadt Wien durch ihren Wald- und Wiesengürtel sich von allen anderen Städten der Kulturwelt unterscheiden wird, dann ist dies ganz offenbar und unbestreitbar nicht das Verdienst derjenigen, die diese Details angeregt haben, sondern das Verdienst des Architekten Eugen Faßbender, ohne dessen grundlegenden Gedanken weder ein Wald- noch ein Wiesengürtel vorhanden wäre.

Ich bemühe mich deshalb, dies hier festzustellen, weil in Tagesblättern schon mehrmals der Versuch gemacht wurde, bei Besprechung dieses Gürtels die diesbezüglichen Verdienste nicht Faßbender, sondern dem Bürgermeister Dr. K. Lueger, d. h. den von einem Techniker ausgesprochenen weitsichtigen, in seiner kulturellen Bedeutung umfassenden Gedanken einem Nichttechniker zuzusprechen.

Der Tendenz, uns Techniker immer wieder als kurzblickend und kleinlich denkend hinzustellen und zur Festigung dieses schönen Gedankens die weitsichtigen und umfassenden Ideen der Techniker einem Nichttechniker anzuhängen, muß nach jeder Richtung entgegengetreten werden.

Wien, am 2. November 1905.

Max Kraft,
o. ö. Professor.

* * *

Zu dem Schreiben des Herrn Hofrat v. Kraft bemerke ich folgendes: Im 8. Absatze meines Artikels über das Generalprojekt eines Wald- und Wiesengürtels und einer Höhenstraße für die Stadt Wien habe ich betont, daß in dem vom Stadtbauamte bereits im Jahre 1892 ausgearbeiteten Bauzonenplan für die Stadt Wien beantragt worden war, das ganze in das Stadtgebiet hereinreichende Waldgebiet und noch viele andere Flächen von der Verbauung auszuschließen. Das für die Ausführung genehmigte Generalprojekt für den Wald- und Wiesengürtel knüpft, wie ich im 10. Absatze meines Artikels bemerkt habe, hauptsächlich an diesen Plan an und nicht nur an den erst Ende 1893 gemachten Vorschlag hinsichtlich des sogenannten Volksringes. Dieses Projekt, zu dessen Grundlage im Gegensatze zum Pro-

jekte des Volksringes die dauernde Erhaltung des vorhandenen Waldbestandes gehört, kann daher nicht als bloße Detailausgestaltung des Projektes des Volksringes bezeichnet werden.

Daß die Ideen zur Erhaltung und Ausdehnung des „Grünen“ von Technikern stammen, ist im 8. und 9. Absatze meines Artikels angedeutet und wird von keiner Seite bestritten werden können. Das große Verdienst des Bürgermeisters Dr. Karl Lueger ist nicht in der Aufstellung der Idee für den Wald- und Wiesengürtel zu suchen, sondern in der zielbewußten Vorsorge für die wirkliche Schaffung, für die physische Durchführung des Projektes.

Wien, am 20. November 1905.

Ing. Goldemund.

Vereins-Angelegenheiten.

BERICHT

Z. 627 v. 1905.

über die 5. (Wochen-)Versammlung der Tagung 1905/1906

Samstag den 2. Dezember 1905.

Der Vereinsvorsteher, Herr Generalinspektor Gustav Gerstel, richtet an die Versammlung die folgende Ansprache, welche stehend angehört wird:

„Hochgeehrte Herren! Vorgestern haben wir einem alten treuen Kollegen die letzte Ehre erwiesen. Otto Thienemann, der Schöpfer unseres Vereinshauses, ist von achtjährigem Siechtum durch den Tod erlöst worden. Mit diesen Räumen ist dem Verewigten ein Denkmal gesetzt, das seinen Namen mit unserem Vereine dauernd verbindet.

Weiters haben wir in den letzten Tagen zwei Vereinskollegen durch den Tod verloren, welche in der Vollkraft ihres Schaffens standen; Carlo v. Boog, n.-ö. Landes-Ober-Baurat, der Erbauer der Landes-Heil- und Pflegeanstalt in Mauer-Öhling, und Dr. Rudolf Pfaffinger, der eifrige Vertreter technischer und industrieller Interessen im Abgeordnetenhaus, wurden durch tödliche Leiden im besten Mannesalter dahingerafft. Bewahren wir ihnen ein ehrenvolles Andenken!“

1. Der Vereinsvorsteher eröffnet nach 7 Uhr abends die Sitzung, begrüßt die anwesenden Gäste, macht Mitteilung von der Verschiebung des Besuches des Wiener Bürgertheaters auf Sonntag den 10. d. M., von den weiteren Brandversuchen im Wiener Modelltheater, von der gemeinsamen Besichtigung eines Modelles für ein Schiffshebewerk, System Umlauf-Stockert-

Offermann, verkündet die Tagesordnungen der nächstwöchentlichen Versammlungen und ladet, da sich niemand zum Worte meldet,

2. Herrn kais. Rat Fr. Křížik ein, den angekündigten Vortrag halten zu wollen: „Über die auszuführenden Versuchsfahrten mit elektrischen Lokomotiven auf der Wiener Stadtbahn“.

Der Vortragende, von der zahlreich besuchten Versammlung mit Beifall begrüßt, geht von dem seitens des Eisenbahnministeriums aufgestellten Programme aus, das vor allem fordert, daß die Stadtbahnzüge nach einfachem Wechsel der Lokomotive auf die anschließenden Lokalbahnstrecken übergehen können, und schildert ausführlich an der Hand von Lichtbildern die von ihm für die Versuche konstruierte elektrische Lokomotive.

Die Versammlung spendet dem Vortragenden zum Schlusse lebhaften Beifall.

Herr Prof. Czischek äußert Bedenken wegen der Abfahrtsgeschwindigkeit, worauf der Vortragende erwidert, daß die Geschwindigkeit bei der Abfahrt mit seiner elektrischen Lokomotive keinesfalls geringer sein wird als jetzt, und einen Bericht über das Ergebnis der Probefahrten in Aussicht stellt.

Der Vorsitzende schließt nach 9½ Uhr abends die Sitzung, vom lebhaften Beifalle der Versammlung begleitet, mit den Worten: „Ich danke dem Herrn Herrenhausmitglied kais. Rat Křížik dafür, daß er unserer Einladung heute so freundlich Folge geleistet hat und danke ihm des weiteren bestens für die klare und übersichtliche Weise, in der er sein System der elektrischen Traktion auf Vollbahnen uns heute vorgeführt hat.“

C. v. Popp.

Vermischtes.

Personal-Nachrichten.

Der Kaiser hat verliehen den Herren Adolf Friedrich, o. ö. Professor der Hochschule für Bodenkultur, und Georg Wellner, o. ö. Professor der deutschen Technischen Hochschule in Brünn, den Titel und Charakter eines Hofrates, Franz Florian, Baurat im Ministerium des Innern, den Titel und Charakter eines Ober-Baurates und Karl Theodor Bach, Chef-Architekt, Direktor-Stellvertreter und Prokurist der Wiener Baugesellschaft, den Titel Baurat, weiters gestattet, daß die Herren Sektionschef Dr. Wilhelm Exner den kais. russischen St. Stanislaus-Orden erster Klasse, den kgl. bayerischen Verdienst-Orden vom heil. Michael erster Klasse und das Kommandeurkreuz der französischen Dekoration „Mérite agricole“ und Johann Oesterreicher, Hof- und Stadtzimmermeister in Wien, das Ritterkreuz des französischen Ordens der Ehrenlegion annehmen und tragen dürfen.

Der Minister des Innern hat Herrn Ober-Ingenieur Josef Wojtechowsky zum Baurate im Ministerium des Innern ernannt.

Der Wiener Stadtrat hat Herrn Alois Schneider, Ingenieur des Stadtbauamtes, zum Ober-Ingenieur ernannt.

Die Genossenschaft der bildenden Künstler Wiens hat Herrn Baurat Andreas Streit zum Ehrenmitgliede ernannt.

† Karl Tagleicht, k. u. k. Hofschlosser (Mitglied seit 1861), ist am 27. v. M. gestorben.

† Dr. Rudolf Pfaffinger, Hof- und Gerichts-Advokat, k. k. Ober-Bergkommissär a. D., Sekretär des Vereines der Montan-

Eisen- und Maschinen-Industriellen in Österreich, Reichsrats-Abgeordneter (Mitglied seit 1895), ist am 1. d. M. nach schwerem Leiden im Alter von 46 Jahren gestorben.

Offene Stellen.

95. Im Staatsbaudienste für Schlesien gelangt die Stelle eines Ober-Ingenieurs mit den systemmäßigen Bezügen der VIII. Rangklasse zur Besetzung. Gesuche sind bis 10. Dezember l. J. beim Präsidium der k. k. Landesregierung in Troppau einzureichen.

96. Zwei Ingenieure werden für die Verwendung zu Projektierungen und Bauführungen bei Flußbauten in Steiermark gesucht. Die Anstellung erfolgt provisorisch mit einem Monatsbezüge von K 250 bei achtstündiger Arbeitszeit im Amte und K 400 auf der Strecke, gegen beiderseitige einmonatliche Kündigung. Bei Dienstreisen werden die bis zur VIII. Rangklasse geltenden Reisegebühren (ohne Diätenbezug) gewährt. Gesuche mit Nachweis der zurückgelegten Studien an der Bauingenieurschule einer Technischen Hochschule, dann der ev. bisherigen praktischen Verwendung und insbesondere einer etwaigen Dienstleistung im Flußbaue sowie der Angabe, wann der Dienstantritt erfolgen könne, sind bis 15. Dezember l. J. an das Landesbauamt Graz zu richten.

97. An der Technischen Hochschule in Graz gelangt die Assistentenstelle bei der Lehrkanzel für Wasserbau zur Besetzung. Die Ernennung erfolgt auf zwei Jahre und kann bei zufriedenstellender Dienstleistung auf weitere zwei, bezw. vier Jahre verlängert werden. Die mit dieser Stelle verbundene Jahresremuneration beträgt K 1400 und wird nach Ablauf des zweiten und vierten Dienstjahres um je K 200 erhöht. Die Verleihung dieser Assistentenstelle erfolgt an absolvierte Hörer der Bau-Ingenieurschule, welche eine praktische Betätigung nachzuweisen vermögen. Gesuche mit den beiden

Staatsprüfungszeugnissen sind bis 23. Dezember l. J. beim Rektorate dieser Hochschule einzureichen.

98. Im Staatsbaurdienste für Kärnten gelangen zwei Bauratstellen mit den systemmäßigen Bezügen der VII. Rangsklasse und die nach Maßgabe der Besetzung dieser Stellen ev. freiwerdenden Ober-Ingenieur-, Ingenieur- und Bau-Adjunktenstellen mit den systemmäßigen Bezügen der betreffenden Rangsklassen zur Besetzung. Bewerber um diese Stellen haben ihre Gesuche bis 25. Dezember l. J. beim Präsidium der k. k. Landesregierung in Klagenfurt einzureichen. Den Gesuchen sind die Nachweise der zurückgelegten Studien an einer Technischen Hochschule beizulegen.

99. An der Fachschule für Weberei in Reichenberg gelangt zu Anfang des Jahres 1906 eine Lehrstelle für die Technologie der Spinnerei in der IX., ev. in der VIII. Rangsklasse zur Besetzung. Der Anfangsbezug des Lehrers wird zwischen K 3300 und K 5800 jährlich unter Berücksichtigung der Qualifikation des Bewerbers bemessen werden. Der nach Maßgabe der Vorrückungsbestimmungen zu erlangende Höchstbezug beläuft sich auf jährlich K 8100, von welchem Betrage K 6200 in die Pension einrechenbar sind. Diese Bezüge erfahren im Falle der Erlangung eines Direktorspostens weitere Erhöhungen. Bewerber haben entsprechende technische Studien und eine längere Praxis in Spinnereien, ev. Spinnereimaschinenfabriken durch Studien-, bzw. Verwendungszeugnisse nachzuweisen. Gesuche sind bis 31. Dezember l. J. beim Ministerium für Kultus und Unterricht einzubringen.

Vergebung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Für die Leichenhalle für Infektiöse im Wiener Zentral-Friedhofe gelangen die erforderlichen Erd- und Baumeisterarbeiten (einschließlich der Demolierung der alten Objekte) im veranschlagten Kostenbetrage von K 154.652.90 und K 5000 Pauschale im Offertwege zur Vergebung. Angebote sind bis 13. Dezember l. J., vormittags 10 Uhr, beim Magistrat Wien (Abteilung X) einzureichen. Pläne, Kostenanschlag und Bedingungen liegen beim Stadtbauamt zur Einsicht auf. Vadium 5%.

2. Für den Neubau eines Hauptunrathskanals zur Aufnahme der Abwässer des Wiener städtischen Pferdeschlachthaus beim k. u. k. Arsenal im X. Bezirke gelangen die erforderlichen Erd- und Baumeisterarbeiten einschließlich der Lieferung der hydraulischen Bindemittel im veranschlagten Kostenbetrage von K 33.115 im Offertwege zur Vergebung. Angebote sind bis 14. Dezember l. J., vormittags 10 Uhr, beim Magistrat Wien einzureichen. Vadium 5%.

3. Wegen Vergebung der im Jahre 1906 auszuführenden Konservationsarbeiten auf den Reichsstraßen des Baubezirkes Krainburg, u. zw.: a) auf der Wurzerstraße im veranschlagten Gesamtkostenbetrage von K 1600; b) auf der Loibler Reichsstraße im Kostenbetrage von K 3100; c) auf der Kanker Reichsstraße im Kostenbetrage von K 1400 findet am 16. Dezember l. J., vormittags 9 Uhr, bei der k. k. Bezirkshauptmannschaft Krainburg eine Offertverhandlung statt. Die bezüglichen Offertunterlagen liegen in der Kanzlei des Baubezirkes Krainburg zur Einsicht auf. Vadium 5%.

4. Vergebung der im Jahre 1906 im k. k. Baubezirke Rudolfswert zur Ausführung gelangenden Konservationsbauten, u. zw.: a) auf der Agramer Reichsstraße im Kostenbetrage von K 2150 und b) auf der Karlstädter Reichsstraße im Kostenbetrage von K 1500. Die Offertverhandlung findet am 18. Dezember l. J., vormittags 9 Uhr, bei der k. k. Bezirkshauptmannschaft Rudolfswert statt. Die Offertunterlagen liegen in der Kanzlei des dortigen Baubezirkes zur Einsicht auf. Vadium 5%.

5. Anlässlich der Erweiterung des Kesselhauses in der Holeschowitz elektrischen Zentrale gelangt die Lieferung von vier Dampfkesseln samt Zubehör im Offertwege zur Vergebung. Angebote sind bis 22. Dezember l. J., vormittags 11 Uhr, beim Einreichungsprotokolle der städtischen elektrischen Unternehmungen in Prag, Altstädter Markthalle, einzureichen, woselbst auch Lieferungsbedingungen und sonstige Offertbehelfe eingesehen werden können. Vadium 5%.

6. Vergebung der Unterbauarbeiten und Straßenanschlüsse bei der neuen Brücke über den Ennsfluß bei Groß-Reifling der Eisen-Reichsstraße im Baubezirke Leoben. Angebote sind bis 30. Dezember l. J., mittags 12 Uhr, bei der k. k. Bezirkshauptmannschaft Leoben einzureichen. Pläne, Kostenanschlag, Bedingungen und der Vertragsentwurf liegen bei der Bauabteilung der genannten Bezirkshauptmannschaft zur Einsicht auf. Das zu erlegende Vadium beträgt K 7208.

7. Die k. k. Bergverwaltung Raibl beabsichtigt eine neue Aufbereitungswerkstätte zu erbauen und ladet zur Einbringung von Projekten für diese Anlage ein. Dieselbe soll für eine Verarbeitung einer stündlichen Leistung von 6—7 t zu 1000 kg blendig bleischer Rotherze konstruiert werden. Es ist der Kostenanschlag für die ganze innere Einrichtung, ausschließlich der Betriebsmotoren, auf Grund des bei der k. k. Bergverwaltung erhältlichen Aufbereitungsschemas und Situationsplanes zu verfassen, in demselben die Verarbeitung und die Tourenzahlen der einzelnen Aufbereitungsmaschinen, dann der Kraft- und Klarwasserbedarf einzeln und für die ganze Aufbereitung anzugeben. Projekte sind bis 31. Dezember l. J. bei der genannten Bergverwaltung einzureichen.

8. Der Bezirksausschuß in Königgrätz vergibt im Offertwege den Bau der Pfeiler für die eiserne Brücke über den Adlerfluß bei Svinář und die Herstellung der Zufahrtsstraße und der Fahrbahn auf dieser Brücke im veranschlagten Kostenbetrage von K 32.000; weiters die Lieferung der Eisenkonstruktion für die Brücke und die Herstellung des Eisbrechers. Voranschlag für die Eisenkonstruktion (155.000 kg) K 69.000, für den Eisbrecher K 2200. Angebote sind bis 31. Dezember l. J., mittags 12 Uhr, beim Bezirksausschusse Königgrätz einzubringen, wo auch Pläne etc. eingesehen werden können. Vadium 10%.

9. Vergebung des Baues eines israelitischen Tempels in Dés im veranschlagten Kostenbetrage von K 78.179. Die Offertverhandlung findet am 31. Dezember l. J., nachmittags 2 Uhr, in der Gemeindepfarrkanzlei statt, woselbst auch die Offertbedingungen eingesehen werden können. Vadium 5%.

10. Wegen Vergebung des Baues eines Oberstuhlrichteramtsgebäudes in Topánfalva im veranschlagten Kostenbetrage von K 51.849.51 findet am 31. Dezember l. J., vormittags 10 Uhr, beim Vizegespanamte in Torda eine Offertverhandlung statt. Pläne, Kostenanschlag und Bedingungen liegen beim kgl. ung. Staatsbauamt in Torda zur Einsicht auf. Vadium 5%.

Eingelangte Bücher.

10.496 **Der Straßenbau.** Von F. Tschertou. 80. 202 S. m. 137 Abb. u. 5 Taf. Wien 1905, Seidel & Sohn.

10.497 **Der Eisenbeton und seine Anwendung im Bauwesen.** Übersetzung der zweiten Auflage des Werkes: „Le Beton armé et ses Applications“. Von P. Christophe. 80. 575 S. m. 916 Abb. Berlin 1905, „Tonindustrie-Zeitung“ (M 35).

10.498 **Normer for præver med dampkedler dampmaskiner og andre værmotorer.** 80. 63 S. København 1905.

10.499 **Automobil-Motoren.** Kritische Betrachtung der Entwicklung der Automobil-Verbrennungsmotoren. Von G. Goebel. 80. 104 S. m. 95 Abb. Wien 1905, Lehmann & Wentzel.

10.500 **Zur Frage der generellen Regelung der Niederdruck-Dampfheizungen.** Von O. Ginsberg. 80. 83 S. Halle a. d. S. 1905, Marhold (M 150).

10.501 **Über das natürliche Erhaltungsprinzip.** Von S. Welisch. 80. 6 S. Leipzig 1905, Selbstverlag.

10.502 **Ein einheitliches System für den Verband von Mauerwerk.** Von F. Illsung. 80. 79 S. m. 221 Abb. Leipzig 1905, Degener (M 3).

10.503 **Das Zentralbatteriensystem in österr. Telephonzentralen.** Von E. Müller. 80. 26 S. m. 21 Abb. Wien 1905, Selbstverlag.

10.504 **Eine Stunde im kaiserl. Patentamt.** Von R. Fiedler. 80. 30 S. Berlin 1905, Mesch.

10.505 **Generalprojekt eines Wald- und Wiesengürtels und einer Hochstraße für Wien.** Von H. Goldemund. 80. 16 S. m. 6 Abb. u. 2 Taf. Wien 1905, Selbstverlag.

10.506 **Über einige der ältesten Wasserleitungen und deren Beziehungen zu den neuesten.** Von C. Giebel. 80. 11 S. m. 9 Abb. München 1896.

10.507 **The Gauging of Streams by chemical Means.** By C. E. Stromeyer. 80. 17 S. m. 6 Abb. London 1905.

10.508 **Druckschwankungen in Turbinenzuleitungsrohren.** Von A. Budau. 40. 16 S. m. 25 Abb. Wien 1905, Selbstverlag.

10.509 **Beschreibung der Ausführung und Belastungsprobe der Eisenbahndecke, System „Hennebique“.** 80. 26 S. m. 3 Taf. Lemberg 1902.

10.510 **Beispiele angewandter Kunst.** Von O. Lessing. Folio. Lfg. 1—2. Leipzig 1905, Seemann. (1 Lfg. M 1250).

10.511 **Der Wald- und Wiesengürtel und die Höhenstraße der Stadt Wien.** 40. 26 S. m. 9 Taf. u. 5 Plänen. Wien 1905, Verlag der Gemeinde Wien.

Die Werke Nr. 10.512 bis 10.540 wurden der Bibliothek von Herrn Ing. J. Deutsch gespendet.

10.512 **Mémoire sur les Barrages à Hausses mobiles.** Par Chanoine et de Lagrené. 80. 179 S. m. 3 Taf. Paris 1862.

10.513 **Denkschrift über die Kosten der Binnenschifffahrt.** Von G. Meyer. 80. 118 S. Hannover 1881.

10.514 **Entwurf eines neuen Systems von Schiff-Schlepperei auf Strömen und Kanälen.** Von Dr. F. Matern. 80. 72 S. m. 1 Taf. Wien 1881.

10.515 **Ein Kanalbausystem, dessen verschiedene Anwendungen und ein Kanalbau Preßburg—Gönyö.** Von Dr. F. Matern. 80. 46 S. m. 1 Taf. Wien 1881.

10.516 **Die Felsengen des Kazan und die Donau- und Theißregulierung.** Von F. R. v. Stefanović. 80. 103 S. m. 3 Taf. Wien 1879.

10.517 **Tiefenmessungen.** Ein Beitrag zur Geodäsie. Von E. Mayer. 80. 31 S. m. 12 Abb. Wien 1871.

10.518 **Über die Beziehungen der Flußregulierungssysteme zu dem Verlauf der Hochwässer.** Von P. Klunzinger. 80. 29 S. m. 1 Taf. Wien 1886.

10.519 **Beitrag zur Lösung der Aufgabe aus dem Verlauf eines Niederschlags des Verlauf des Hochwassers zu bestimmen.** Von P. Klunzinger. 80. 12 S. m. 1 Taf. Wien 1882.

- 10.520 On Dredging and Dredging Appliances. By A. Brown. 80. 22 S. m. 2 Taf. Glasgow 1889.
- 10.521 Aperçu historique du Développement des Voies navigables de l'Empire de Russie. Par E. de Hoerschmann. 80. 61 S. m. 1 Taf. Kiew 1894.
- 10.522 Was können wir vom Erie Kanal lernen. Von F. Hoffmann. 80. 31 S. Berlin 1875.
- 10.523 Der VII. internationale Schiffsahrt-Kongress zu Brüssel 1898. Von Dr. J. Gensel. 80. 28 S. Leipzig 1898.
- 10.524 Anleitung zur Bestimmung der Bohrlochladungen für Sprengungen in Schlagwetter führenden Gruben. Von J. Lauer. 80. 22 S. m. 14 Abb. Wien 1887.
- 10.525 Der Gesteins-Handbohr-Apparat, System Könyves-Tóth. Von E. Wawra. 80. 22 S. m. 1 Taf. Wien 1878.
- 10.526 A History of Diving. By J. W. Heinke. 80. 52 S. m. Abb. London 1873.
- 10.527 Die Kabelschiffahrt insbesondere ihre Anwendung mit dem Drahtseile. Von Becker. 80. 28 S. m. 1 Taf. Stuttgart 1870.
- 10.528 Die Kettenschiffahrt auf der oberen Donau. Von J. Deutsch. 80. 34 S. m. 3 Taf. Wien 1885.
- 10.529 La Dynamite, substance explosive. Par A. Nobel. 80. 119 S. m. 1 Taf. Paris 1870.
- 10.530 Études pratiques sur la Dynamite et ses Applications à l'Art Militaire. Par P. Barbe. 80. 31 S. Paris.

- 10.531 Untersuchungen über die Regenverhältnisse von Österreich-Ungarn. Von Dr. J. Hann. 80. 65 S. Wien 1879.
- 10.532 Über den Einfluß der Ring- oder Stadtbahn auf die Entwicklung großer Städte. Von A. Obermayer. 80. 20 S. m. 1 Taf. Wien 1881.
- 10.533 La Commission des Chemins de fer en Angleterre. Par Ch. de Franqueville. 80. 39 S. Paris 1881.
- 10.534 Note sur la Théorie de la Locomotive sans Foyer. Par M. de Piarron. 80. 19 S. Paris 1875.
- 10.535 Notices sur les Modeles, Dessins et Documents divers relatifs aux Travaux des Ponts et Chaussées réunis dans la Classe 29 à l'Exposition universelle à Paris en 1900. 80. 703 S. m. Abb. Paris 1900.
- 10.536 Österreichische Landesgesetze. Über Benützung, Leitung und Abwehr der Gewässer. 40. Wien 1870.
- 10.537 Congrès international des Travaux Maritimes tenu à Paris du 20 au 25 septembre 1889. 80. 2 Bände. Paris 1889.
- 10.538 Rhein-Weser-Elbekanal. Übersichtskarte, Längenschnitt und Erläuterungen. Hannover 1896.
- 10.539 Hypsometrie von Mähren und Österreichisch-Schlesien. Von K. Koristka. 80. 151 S. m. 1 Karte. Brünn 1863.
- 10.540 Bericht des technischen Komitees für die Regulierung und Schiffarmachung der Moldau im Weichbilde von Prag. 80. 84 S. Prag 1888.

Geschäftliche Mitteilungen des Vereines.

TAGES-ORDNUNG

Z. 640 v. 1905.

der 6. (Wochen-) Versammlung der Tagung 1905/1906

Samstag den 9. Dezember 1905.

1. Mitteilungen des Vorsitzenden.
2. Vortrag des Herrn Regierungsrat Prof. Dr. E. Schwiedland: „Wirtschaftsgeschichtliche Wandlungen und soziale Interessen“.

Besuch des Wiener Bürgertheaters.

Sonntag den 10. Dezember 1905

vormittags findet über Einladung und unter Führung des Herrn Architekt Franz Freiherr v. Krauß die Besichtigung des neubauten Wiener Bürgertheaters statt.

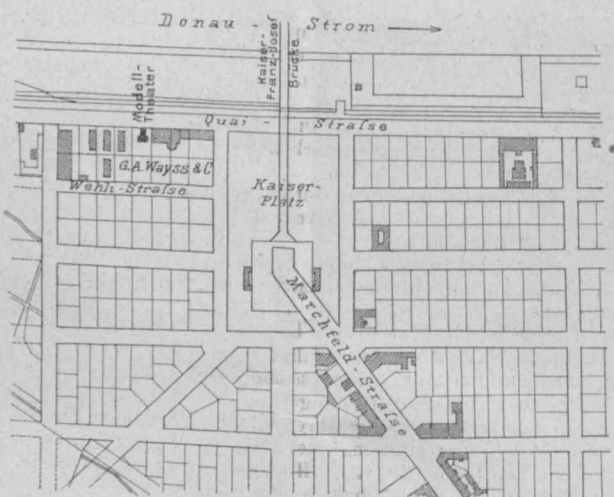
Zusammenkunft um 10 Uhr am Haupteingange des Theatergebäudes (nächst dem Hauptzollamte).

Es wird gebeten das Vereinsabzeichen zu tragen.

Brandversuche im Wiener Modelltheater.

Mittwoch den 13. Dezember 1905

finden weitere Versuche für die Vereinsmitglieder statt, welche sich in der Vereinskasse dazu vormerken ließen. Der Besuch erfolgt in zwei Gruppen von je 40 Personen, von 9¹/₂ bis 12 Uhr vormittags und von 2 bis 4¹/₂ Uhr nachmittags.



Abfahrt mit der Dampftramway ab Augartenbrücke um 9 Uhr 3 Min. vormittags und um 1 Uhr 33 Min. nachmittags.

Eigentum und Verlag des Vereines. — Verantwortlicher Redakteur: Konstantin Freih. v. Popp. — Druck von R. Spies & Co. in Wien.

Fachgruppe für Elektrotechnik.

Montag den 11. Dezember 1905.

1. Mitteilungen des Vorsitzenden.
2. Vortrag des Herrn Ober-Ingenieur Eduard Scheichl: „Die mit Einphasen-Wechselstrom betriebene Bahn Murnau-Oberammergau“.

Fachgruppe der Maschinen-Ingenieure.

Dienstag den 12. Dezember 1905.

1. Mitteilungen des Vorsitzenden.
2. Vortrag des Herrn Ingenieur Theodor Brázda, Inspektor der k. k. Staatsbahnen: „Selbsttätige und nichtselbsttätige Kesselspeisevorrichtungen, System Brázda, mit gleichzeitiger Verhinderung der Kesselsteinbildung“.

Fachgruppe für Gesundheitstechnik.

Mittwoch den 13. Dezember 1905.

1. Mitteilungen des Vorsitzenden.
2. Vortrag des Herrn o. ö. Professor Dr. Philipp Forchheimer: „Über Voruntersuchungen für Wasserversorgungen“.

Fachgruppe der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure.

Donnerstag den 14. Dezember 1905.

1. Mitteilungen des Vorsitzenden.
2. Vortrag des Herrn o. ö. Professor Dipl. Ing. Josef Melan: „Über neu ausgeführte Betoneisenbrücken, Brücke Chauderon-Montbenon in Lausanne, Polcevera-Brücke in Genua“; mit Vorführung von Lichtbildern.

Fachgruppe der Bodenkultur-Ingenieure.

Freitag den 15. Dezember 1905.

1. Mitteilungen des Vorsitzenden.
2. Vortrag des Herrn a. ö. Professor Josef Rezek: „Die Verhandlungen des I. Internationalen Kongresses für landwirtschaftliches Maschinenwesen zu Lüttich 1905“.

Beginn der Versammlung 6¹/₂ Uhr.

Alle Versammlungen beginnen um 7 Uhr abends, wenn nicht eine andere Stunde angegeben ist.

ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

685

Nr. 50.

Wien, Freitag den 15. Dezember 1905.

LVII. Jahrgang.

Alle Rechte vorbehalten.

Beiträge zur Theorie der Drahtseile.

Von Dr. Hans Benndorf, Professor an der Universität in Graz.

II.

In einer Abhandlung gleichen Titels*) habe ich versucht, die Grundzüge einer Theorie der Drahtseile zu geben, bei der ich mich zunächst auf Litzen, als Drahtseile einfachster Konstruktion, beschränkte. In vorliegender Arbeit soll die Theorie fortgeführt und auf Drahtseile im engeren Sinne des Wortes angewendet werden.

Sind die Voraussetzungen, auf denen die Rechnungen meiner oben erwähnten Abhandlung fußen, in der Praxis mit einer ziemlich beträchtlichen Annäherung realisierbar, so kann man das von vornherein nicht mehr behaupten von den den folgenden Ableitungen zugrundeliegenden Hypothesen.

Indessen sind die eigentlichen Drahtseile schon so komplizierte Gebilde, daß man bei dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens einer vereinfachenden Hilfhypothese nicht entraten kann.

Sie besteht in der grundlegenden Annahme, daß sich die einzelnen Litzen im Drahtseil zum ganzen Drahtseil so verhalten wie die einzelnen Drähte in der Litze zur ganzen Litze.

Daß diese Voraussetzung nicht strenge gelten kann, ist sicher; um nur eines zu erwähnen, bieten Drähte dem Zusammendrücken senkrecht zu ihrer Achse einen sehr großen Widerstand, während Litzen sich verhältnismäßig leicht platt drücken lassen.

Immerhin wird sich zeigen, daß unsere Annahme die Erscheinungen im großen und ganzen gut zu erklären gestattet.

1. Beanspruchung der Drahtseile auf Zug.

Im Sinne der erreichbaren geringeren Genauigkeit wollen wir gleich von Anfang an einige Vereinfachungen eintreten lassen, die unsere Rechnungen kürzer gestalten.

Zunächst sollen nur Drahtseile gewöhnlicher Konstruktion betrachtet werden, d. s. Drahtseile, die aus einer Zentralhanfeinlage bestehen, um die N Litzen im Flechtwinkel W gewickelt sind. Die Litzen selbst mögen alle gleich beschaffen sein, und ihre Drähte sollen alle denselben Flechtwinkel w besitzen.

Ein solches Seil werde durch die Kraft P gespannt. Es ist gefragt, wie stark sind die einzelnen Litzen, bezw. Drähte beansprucht.

Das Analogon zu unserem Seil wird eine Hanfseelenlitze sein, die aus N gleichbeschaffenen Drähten vom Flechtwinkel W zusammengesetzt ist.

Da wir von solchen Litzen ([B] Abschnitt 3) wissen**), daß in ihnen die Hanfseele nur in verschwindendem Maße beansprucht ist, brauchen wir im folgenden die Zentralhanfeinlage der Seile gar nicht weiter zu betrachten.

Da es sich ferner herausgestellt hat, daß die Verminderung des Querschnittes einer Hanfseelenlitze, hervorgerufen durch die elastische Querkontraktion der einzelnen Drähte, keinen Einfluß auf die Beanspruchung der Drähte

ausübt, können wir schließen, daß auch eine Verminderung des Drahtseilquerschnittes keinen Einfluß auf die Beanspruchung der einzelnen Litzen haben wird.

Doch gibt sich hier gleich Gelegenheit, einen Unterschied im Verhalten zwischen Drähten in Litzen einerseits und Litzen in Drahtseilen andererseits zu besprechen.

Ich habe gezeigt ([B] Abschnitt 5), daß Litzen bei Zugbelastung eine Querschnittsverminderung zeigen müssen, die durch die elastische Querkontraktion der Drähte hervorgerufen wird; dagegen sind die Druckkräfte zwischen den Litzendrähten zu klein, um eine merkliche Abplattung der Drähte aneinander herbeizuführen.

Bei Drahtseilen aber wird die Umfangsabnahme bedeutend größer sein als die von Litzen, weil nicht nur die Querschnitte der Litzen durch elastische Querkontraktion vermindert werden, sondern auch ein dichteres Zusammenlegen der Litzen infolge gegenseitiger Anschmiegung eintreten wird.

Es wird sich zeigen, daß diese Tatsache Rechenschaft gibt von dem eigentümlichen Verhalten des Elastizitätsmoduls eines Seiles. Auch die geringen Werte des Elastizitätsmoduls neuer Seile hängen damit zusammen.

Jetzt wollen wir aber wieder zurückkehren zum Problem der Zugbeanspruchung eines Drahtseiles.

Die spezifische Spannung s eines Drahtes einer Hanfseelenlitze ist ([B] Abschnitt 4)

$$s = \frac{P_1}{nq} \cdot \frac{1}{\cos w} = s' \frac{1}{\cos w},$$

dabei ist n die Drahtzahl, q der Drahtquerschnitt, P_1 die Belastung der Litze und w der Flechtwinkel der Drähte in der Litze, $s' = \frac{P_1}{nq}$ also die spezifische Belastung der Litze, gerechnet für den summarischen Drahtquerschnitt.

Bezeichnen wir mit S' die spezifische Spannung des Drahtseiles, bezogen auf die Summe der Litzenquerschnitte NQ , wobei wir unter Q wieder die Summe der Drahtquerschnitte verstehen wollen, so ist $S' = \frac{P_s}{NQ}$. Es folgt dann aus der

Formel $s = s' \frac{1}{\cos w}$ für die Litze, in sinngemäßer Anwendung auf das Seil, die spezifische Belastung der Litze

$$s' = S' \frac{1}{\cos W} \dots \dots \dots 28).$$

Wir wollen auch jetzt wieder die einfachsten Annahmen machen und nur zwei Fälle, je nachdem die Litzen des Seiles Hanf- oder Drahtseelen besitzen, herausheben.

a) Die Litzen des Drahtseiles haben Drahtseelen.

Die Anzahl der Umfangsdrähte sei n , die Gesamtzahl der Drähte einer Litze also $n + 1^*$; Querschnitt q , Flecht-

*) Ich habe mich in meiner ersten Arbeit durch den Gebrauch in der Praxis leider verleiten lassen, nicht die Gesamtzahl, sondern bloß die Zahl der Umfangsdrähte mit n zu bezeichnen. Um nicht Mißverständnisse hervorzurufen, bin ich genötigt, diese unzweckmäßige und durch nichts gerechtfertigte Bezeichnungsweise beizubehalten.

*) „Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Arch.-Vereines“ 1904.

**) Im folgenden werde ich mich öfters auf meine oben erwähnte Abhandlung beziehen und dies durch [B] andeuten.

winkel w , Elastizitätsmodul E aller Drähte seien gleich.

Es folgt dann ([B] Gleichung 19 und 20)

$$s_0 = s' \frac{1+n}{1+n\gamma} = s' B_0 \text{ und } s = s' \frac{1+n}{1+n\gamma} \cdot \frac{\gamma}{\cos w} = s' B,$$

wobei s_0 , bzw. s die spezifischen Spannungen der Seele, bzw. des Umfangdrahtes, $\gamma = \frac{3 \cos^3 w}{3 + \sin^2 w}$ und B_0, B Konstante bedeuten, deren Werte für verschiedene Drahtzahlen und Flechtwinkel aus [B] Tabelle III zu entnehmen sind.

Setzen wir in diese Gleichung den Wert für s' aus Gleichung 28) ein, so ist:

$$s_0 = S' \frac{1+n}{1+n\gamma} \cdot \frac{1}{\cos W} = S' \frac{B_0}{\cos W} \quad 29)$$

und

$$s = S' \frac{1+n}{1+n\gamma} \cdot \frac{\gamma}{\cos w} \cdot \frac{1}{\cos W} = S' \frac{B}{\cos W} \quad 30).$$

b) Die Litzen des Drahtseiles haben Hanfseelen.

Unter Beibehaltung derselben Bezeichnungsweise folgt aus [B] Gleichung 19) und 20): s_0 nahe gleich 0 und $s = s' \frac{1}{\cos w}$ und daraus wieder für das Seil.

$$s_0 = 0 \text{ und } s = S' \frac{1}{\cos w} \cdot \frac{1}{\cos W} \quad 31).$$

Da in der Praxis bei gut konstruierten Seilen die Flechtwinkel w und W nahezu gleich sein sollen, begeht man keinen großen Fehler, wenn man in den Formeln 29), 30), 31) $W = w$ setzt.

Wir können dann schreiben:

$s_0 = S' D_0$ und $s = S' D$, wobei die Größen D_0 und D nur abhängig sind vom Flechtwinkel W und der Drahtzahl n der Umfangdrähte in der Litze.

Wie man sieht, kommt in den Formeln die Anzahl N der Litzen im Seil gar nicht vor, d. h. die spezifische Spannung in den Drähten ist bei Drahtseilen, die spezifisch*) gleichbelastet sind, aber aus einer verschiedenen Anzahl von Litzen bestehen, unabhängig von der Litzenzahl. Dieser Umstand vereinfacht wesentlich die folgende Tabelle IX.

Tabelle IX.

Anzahl N der Litzen im Seil	Anzahl der Umfangs- drähte der Litze	Seele	Flecht- winkel $w = W$	D	D_0	$\frac{D_0}{D}$
b e l i e b i g	6	D r a h t	9 ^o	1.02	1.05	1.03
			18 ^o	1.07	1.22	1.14
			25 ^o	1.14	1.48	1.30
	18		9 ^o	1.02	1.05	1.03
			18 ^o	1.09	1.25	1.15
			25 ^o	1.19	1.54	1.30
	36		9 ^o	1.02	1.05	1.03
			18 ^o	1.10	1.26	1.15
			25 ^o	1.20	1.55	1.30
	sehr groß		9 ^o	1.02	1.06	1.04
			18 ^o	1.10	1.26	1.15
			25 ^o	1.21	1.57	1.30
	beliebig	Hanf	9 ^o	1.02	0.01	0.01
			18 ^o	1.10	0.01	0.01
			25 ^o	1.21	0.01	0.01

Vergleichen wir Tabelle IX mit [B] Tabelle III, so sehen wir, daß das Verhältnis $\frac{s_0}{s}$ im Seile dasselbe ist,

d. h. im Seile werden die Seelendrähte im Verhältnis zu den Umfangdrähten nicht stärker beansprucht, als es in der Litze der Fall ist.

Ferner ergibt sich, daß jeder Draht im Drahtseile um 10%, 50%, 100%, je nach dem Flechtwinkel

*) Gerechnet pro summarischen Drahtquerschnitt.

(9°, 18°, 250°) mehr beansprucht wird als in einer Litze.

Schließlich zeigt sich, daß für die drei Flechtwinkel 9°, 18°, 250° die Umfangdrähte um za. 20%, 100%, 200%, die Seelendrähte um 50%, 250%, 540% stärker beansprucht sind, als der spezifischen Spannung des Seiles S' , bezogen auf den summarischen Drahtquerschnitt, entspricht.

Auch hier kann man aus Zerreißversuchen keinen Schluß ziehen (siehe [B] Abschnitt 6) auf das Verhältnis $\frac{s_0}{s}$; dagegen ließe sich die Formel für die Tragfähigkeit Z_s des Seiles, ausgedrückt durch die mittlere Tragfähigkeit der Drähte z , durch besonders sorgfältig ausgeführte Zerreißversuche wohl prüfen.

Es ergibt sich nämlich in Analogie mit den Litzen für ein Drahtseil, das aus lauter Hanfseelenlitzen geflochten ist:

$$Z_s = N n z \cos W \cos w \quad 32),$$

oder wenn wir die Gesamtzahl der Drähte m nennen und wieder $W = w$ setzen,

$$Z_s = m z \cos^2 W \quad 33)$$

Haben aber die Litzen des Seiles Drahtseelen, so ist:

$$Z_s = N n z \cos W \cos w \left(1 + \frac{1}{n \cos w} \right) \quad 34)$$

oder vereinfacht:

$$Z_s = m z \cdot \cos^2 W \left(\frac{1 + n \cos W}{n \cos W} \right)$$

oder fast immer genügend genau dieselbe Formel wie oben für Hanfseelenlitzen

$$Z_s = m z \cos^2 W \quad 35).$$

Da $\cos^2 W$ leicht 0.8 erreichen kann, erscheint es nicht aussichtslos, obige Gleichung an der Erfahrung zu prüfen. Freilich darf eines nicht vergessen werden. In unserer Formel bedeutet z die Zerreißfestigkeit des Drahtes im Drahtseil; sie wird sich im allgemeinen von der Zerreißfestigkeit des unversponnenen Drahtes unterscheiden (ich vermute, daß sie höher ist, da der Draht beim Flechten härter zu werden scheint), u. zw. um Beträge, die die theoretische Beziehung zu verschleiern in stande wären.

Es müßten daher die Versuche etwa in folgender Weise vorgenommen werden:

Bestimmung der mittleren Tragfähigkeit:

1. des unversponnenen Drahtes;
2. a) der unverflochtenen Litzen, etwa durch Zerreißversuche am 1., 3., 5. u. s. w. laufenden Meter jeder Litze;
b) der aus dem 2., 4., 6. u. s. w. laufenden Meter jeder Litze abgewickelten Drähte;
3. a) des Seiles, durch Zerreißversuche am 1., 4., 7. u. s. w. laufenden Meter des Seiles;
b) der aus dem 2., 5., 8. u. s. w. laufenden Meter des Seiles abgewickelten Litzen;
c) der aus dem 3., 6., 9. u. s. w. laufenden Meter des Seiles abgewickelten Drähte.

Durch dieses Vorgehen würde man wenigstens annähernd ein Bild bekommen, wie sich die Tragfähigkeit der Materials beim Flechten ändert.

Besondere Sorgfalt müßte auf die Befestigung der Litzen und Seilstücke in den Backen der Zerreißmaschine verwendet und dafür gesorgt werden, etwa durch Umgießen mit einer Legierung, daß alle Drähte mit eingespannt werden.

Vielleicht findet jemand in einer größeren Drahtseilfabrik Gelegenheit, derartige Versuche durchzuführen.

2. Beanspruchung der Kabellese (dreimal geflochtene Seile) auf Zug.

Da in Kabelleisen die in der Theorie vorausgesetzten Verhältnisse in einem noch geringeren Grade von Annäherung praktisch erfüllt sein werden, können wir uns mit einer noch größeren Vereinfachung begnügen.

In Analogie mit dem früher Dargelegten ergibt sich

$$s = S' \frac{1}{\cos^3 W} \quad \dots \quad 36),$$

wobei s wieder die spezifische Spannung eines Drahtes, W die als gleich angenommenen Flechtwinkel und S' die spezifische Belastung des Kabelleises für den summarischen Drahtquerschnitt bezeichnet.

3. Elastizitätsmodul der Drahtseile.

(Theoretisches.)

Zunächst sei hier nochmals betont, daß unsere Untersuchung sich nicht auf neue, sondern auf Drahtseile bezieht, die schon eine Zeit lang unter Betriebsbelastung stehend keine nennenswerte dauernde Verlängerung mehr erleiden.

Aber auch an gebrauchten Seilen hat sich bei Versuchen von Bach, Diviš u. a. gezeigt, daß der Elastizitätsmodul keine konstante Größe ist, sondern mit der Belastung nicht unerheblich zunimmt.

Man kann daher streng genommen nur von einem bestimmten Elastizitätsmodul des Seiles sprechen, wenn man gleichzeitig die spezifische Belastung des Seiles angibt.

Bezeichnen wir den Elastizitätsmodul mit E_s , den Dehnungsmodul $\frac{1}{E_s}$ mit α_s , die spezifische Spannung mit S und die Verlängerung des Seiles pro Längeneinheit mit λ , dann ist

$$E_s = \frac{\Delta S}{\Delta \lambda} \quad \dots \quad 37a)$$

und

$$\alpha_s = \frac{\Delta \lambda}{\Delta S} \quad \dots \quad 37b),$$

wobei $\Delta \lambda$ die einer kleinen Änderung ΔS von S entsprechende Änderung von λ ist.

Unsere Aufgabe wird also zunächst sein, λ als Funktion von S auszudrücken, um dann $\frac{\Delta S}{\Delta \lambda}$, bzw. $\frac{\Delta \lambda}{\Delta S}$ bilden zu können.

Betrachten wir ein Stück des Drahtseiles von der Länge L_s und greifen eine beliebige Litze heraus, deren entsprechende Länge L sein möge, dann besteht die Beziehung $L^2 = L_s^2 + u^2$, wo u den Umfang des Zylinders bedeutet, auf dem die Litzenachse liegt. Es ist ferner $L \cos W = L_s$ und $L \sin W = u$. Analog wie bei den Litzen finden wir durch Differentiation $L \Delta L = L_s \Delta L_s + u \Delta u$, oder wenn der Flechtwinkel eingeführt wird,

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta L_s}{L_s} \cos^2 W + \frac{\Delta u}{u} \sin^2 W \quad \dots \quad 38).$$

Da eine Umfangsabnahme des Seiles aus zwei Ursachen stattfinden wird, einmal infolge der natürlichen elastischen Querkontraktion, dann aber durch Anschmiegung der Litzen aneinander, wollen wir $\frac{\Delta u}{u} = \frac{\Delta u_1}{u} + \frac{\Delta u_2}{u}$ setzen und können daher schreiben

$$\lambda = \frac{\Delta L_s}{L_s} = \frac{\Delta L}{L} \frac{1}{\cos^2 W} + \frac{\Delta u_1}{u} \operatorname{tg}^2 W + \frac{\Delta u_2}{u} \operatorname{tg}^2 W \quad \dots \quad 39);$$

aus Bequemlichkeitsrücksichten haben wir, da Δu_1 und Δu_2 mit steigender Belastung stets abnehmen, ihr Vorzeichen geändert, um in Hinkunft nur mehr mit den absoluten Beträgen rechnen zu müssen.

Wie man aus Gleichung 39) sieht, setzt sich die Dehnung der Längeneinheit des Seiles aus drei Teilen zusammen: 1. aus der Relativdehnung der Litzen, 2. aus der Verlängerung, hervorgerufen durch die Umfangsabnahme infolge der elastischen Querkontraktion, 3. aus der Verlängerung, hervorgerufen durch die Umfangsabnahme infolge der Litzenabplattung.

Für den zweiten Teil wird wieder mit genügender Annäherung (siehe [B] Abschnitt 5) gesetzt werden können $\frac{\Delta u_1}{u} = \frac{1}{3} \frac{\Delta L}{L}$, wodurch Gleichung 39) sich vereinfacht.

Es ist dann

$$\lambda = \frac{\Delta L}{L} \frac{1 + \frac{1}{3} \sin^2 W}{\cos^2 W} + \frac{\Delta u_2}{u} \operatorname{tg}^2 W \quad \dots \quad 40).$$

Hat unser Drahtseil N Litzen und wird mit P_s belastet, so ist die Beanspruchung einer Litze

$$P = \frac{P_s}{N} \cdot \frac{1}{\cos W} \quad \dots \quad 41).$$

Der Zusammenhang nun zwischen $\frac{\Delta L}{L}$ und P hängt von der Litzenkonstruktion ab.

Aus Gleichung 21) und 23) (siehe [B] Abschnitt 7) ergibt sich $\frac{\Delta L}{L} = \frac{P}{\sum_{i=1}^n q_i E_i \gamma_i}$; doch wir wollen auch hier gleich vereinfachende Annahmen eintreten lassen und voraussetzen, daß alle Drähte der Litzen gleich beschaffen sind.

Es ist dann

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{P}{E q (1 + n \gamma)} \quad \dots \quad 42a),$$

bzw.

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{P}{E q n \gamma} \quad \dots \quad 42b)$$

für Hanfseelenlitzen, wobei E der Elastizitätsmodul der Drahtsorte, q der Drahtquerschnitt und $\gamma = \frac{\cos^3 w}{1 + \frac{1}{3} \sin^2 w}$

bedeutet.

Bezeichnen wir mit Γ den analogen Ausdruck $\frac{\cos^3 W}{1 + \frac{1}{3} \sin^2 W}$,

so nimmt Gleichung 40) durch Einsetzen von 41) und 42) folgende Form an:

$$\lambda = \frac{P_s}{N q E} \cdot \frac{1}{1 + n \gamma} \cdot \frac{1}{\Gamma} + \frac{\Delta u_2}{u} \operatorname{tg}^2 W \quad \dots \quad 43).$$

Führen wir jetzt noch die spezifische Spannung des Seiles ein, und zwar bezogen auf die Summe aller Drahtquerschnitte — also $S = \frac{P_s}{N(n+1)q}$ für Seile mit Drahtseelenlitzen und $S = \frac{P_s}{N n q}$ für Seile ohne Drahtseelenlitzen, so ergibt sich

$$\lambda = \frac{1}{E} \frac{1 + n}{1 + n \gamma} \frac{1}{\Gamma} S + \frac{\Delta u_2}{u} \operatorname{tg}^2 W \quad \dots \quad 44a),$$

wenn Drahtseelen vorhanden sind, und ohne dieselben

$$\lambda = \frac{1}{E} \frac{1}{\gamma} \frac{1}{\Gamma} S + \frac{\Delta u_2}{u} \operatorname{tg}^2 W \quad \dots \quad 44b).$$

Es erübrigt nur mehr, $\frac{\Delta u_2}{u}$ als Funktion von S auszudrücken; da die Abnahme des Seilumfanges durch Ab-

platten oder Aneinanderschmiegen der Litzen sich einer exakten Behandlungsweise entzieht, wollen wir eine möglichst einfache Annahme, deren Gültigkeit die Erfahrung bestätigen wird, zugrunde legen. Wir setzen *)

$$\frac{\Delta u_2}{u} \operatorname{tg}^2 W = A (1 - e^{-\beta S}) \quad (45),$$

wobei A und β Konstanten bedeuten, die von der speziellen Beschaffenheit des Seiles abhängen.

Die Formel sagt aus, daß die relative Abnahme des Umfanges oder des Durchmessers des Seiles bei Zunahme der spezifischen Belastung um eine Einheit immer denselben Bruchteil beträgt; sie genügt der Bedingung, daß $\frac{\Delta u_2}{u} = 0$ für $S = 0$ wird und sich mit wachsendem S

einer bestimmten Grenze $\frac{A}{\operatorname{tg}^2 W}$ nähert.

Stellt man sich den Anschmieguingsprozeß der Litzen anschaulich vor, so ist einleuchtend, daß die relative Abnahme des Seilumfanges per spezifischer Belastungseinheit im Anfange am größten sein wird und mit zunehmender Last gegen 0 abnehmen wird. Dieser Tatsache wird die Formel 45) gerecht, indem $\frac{d}{dS} \left(\frac{\Delta u_2}{u} \right) = A \beta e^{-\beta S}$ sich mit wachsendem S der Null nähert. Die Konstanten A und β lassen sich aus Versuchen über die Abhängigkeit der Dehnung λ eines Seiles von der spezifischen Belastung S ermitteln.

Damit unsere Theorie gerechtfertigt wird, genügt es aber nicht bloß zu zeigen, daß sich Werte für A und β angeben lassen, die die Versuchsergebnisse befriedigen, sondern es muß auch gezeigt werden, daß der Grenzwert von $\frac{\Delta u_2}{u} = \frac{A}{\operatorname{tg}^2 W}$ der Größenordnung nach wirklich der beobachtbaren Abnahme des Seilumfanges entspricht. Erst dann ist erwiesen, daß die Hypothese der Querschnittsabnahme oder, genauer gesprochen, Umfangsabnahme imstande ist, die den Drahtseilen eigentümliche Dehnungskurve zu erklären; daß dies der Fall ist, wird weiter unten gezeigt.

Durch Einführung von 45) in die Gleichung 44) erhält man die Gleichung der Dehnungskurve

$$\lambda = \alpha_\infty S + A (1 - e^{-\beta S}) \quad (46),$$

wobei α_∞ für $\frac{1}{E} \frac{1+n}{1+n\gamma} \frac{1}{\Gamma}$, bzw. $\frac{1}{E} \frac{1}{\gamma} \frac{1}{\Gamma}$ gesetzt ist, und daraus den Bachschen Dehnungsmodul α_s

$$\alpha_s = \frac{1}{\mathcal{E}_s} = \frac{d\lambda}{dS} = \frac{\Delta\lambda}{\Delta S} = \alpha_\infty + A \beta e^{-\beta S} \quad (47).$$

Wir wollen im weiteren immer mit dem Dehnungsmodul, also dem reziproken Werte des Elastizitätsmoduls rechnen, weil für ihn die Formeln sich einfacher gestalten als für den Elastizitätsmodul.

Aus Gleichung 47) läßt sich zunächst die physikalische Bedeutung der einzelnen Konstanten leicht ersehen.

α_∞ ist der Enddehnungsmodul, der theoretisch für $S = \infty$, praktisch für bedeutend kleinere S erreicht wird. Setzt man in 47) $S = 0$, so sieht man, daß $A \beta = \alpha_0 - \alpha_\infty$, also dem Unterschied zwischen Anfangsmodul (α_0) und Endmodul, gleich ist.

Man kann daher schreiben

$$\alpha_s = \alpha_\infty + (\alpha_0 - \alpha_\infty) e^{-\beta S} \quad (48a)$$

*) Auch die Formel $\frac{\Delta u_2}{u} \operatorname{tg}^2 W = \frac{A S}{B + S}$ gibt die Beobachtungen wieder, aber nicht mit dem Grade der Genauigkeit wie die obenstehende.

oder

$$\frac{\alpha_s - \alpha_\infty}{\alpha_0 - \alpha_\infty} = e^{-\beta S} \quad (48b),$$

woraus man entnehmen kann, daß $\frac{1}{\beta}$ dasjenige spezifische

Belastungsintervall bedeutet, bei dem der Ausdruck $\frac{\alpha_s - \alpha_\infty}{\alpha_0 - \alpha_\infty}$,

dessen Bedeutung direkt einleuchtend ist, auf den $\frac{1}{e}$ ten

$\left(\frac{1}{2.71} = 0.37 \right)$ Teil herabsinkt.

Der Grenzwert der relativen Abnahme des Seilumfanges

$\frac{\Delta u_2}{u}$ hängt mit den Konstanten des Seiles durch die

$$\text{Formel} \quad \frac{\Delta u_2}{u} = \cotg^2 W \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\beta} \quad (49)$$

zusammen.

Das elastische Verhalten eines Drahtseiles ist also durch drei Größen α_∞ , α_0 und β charakterisiert.

In der Praxis kommt natürlich in erster Linie der Endmodul α_∞ , bzw. \mathcal{E}_∞ in Betracht, der ja bei normalen Belastungen nahezu erreicht wird.

Sein Wert ergibt sich aus Gleichung 44a) und 44b).

Für Seile mit Drahtseelenlitzen

$$\alpha_\infty = \frac{1}{E} \frac{1+n}{1+n\gamma} \frac{1}{\Gamma} \quad \text{und} \quad \mathcal{E}_\infty = E \frac{1+n\gamma}{1+n} \Gamma \quad (50a).$$

Für Seile mit Hanfseelen oder seelenlosen Litzen

$$\alpha_\infty = \frac{1}{E} \frac{1}{\gamma} \frac{1}{\Gamma} \quad \text{und} \quad \mathcal{E}_\infty = E \gamma \Gamma \quad (50b).$$

Die Gleichungen 50a) und 50b) können, wenn wir mit \mathcal{E}_1 den Elastizitätsmodul der Litzen bezeichnen, auch in der Form geschrieben werden:

$$\mathcal{E}_\infty = \mathcal{E}_1 \Gamma \quad (51).$$

Um ein Bild zu geben, um wie viel sich der Endelastizitätsmodul eines Seiles vom Modul des Drahtmaterials unterscheiden kann, habe ich in folgender Tabelle für drei Flechtwinkel die Faktoren (aus den Gleichungen 50 berechnet) zusammengestellt, mit denen der Elastizitätsmodul des Drahtmaterials multipliziert werden muß, um den Elastizitätsmodul des Seiles zu finden.

Tabelle X. Wert von $\frac{\mathcal{E}_\infty}{E} = F$.

Material der Litzenseile	Anzahl der Umfangsdrahte	$W = 15^\circ$			$W = 20^\circ$			$W = 25^\circ$		
		$w=15^\circ$	20°	25°	$w=15^\circ$	20°	25°	$w=15^\circ$	20°	25°
Draht	6	0.791	0.730	0.656	0.718	0.663	0.596	0.630	0.582	0.523
	12	0.784	0.718	0.639	0.712	0.652	0.580	0.625	0.572	0.509
	18	0.781	0.714	0.633	0.710	0.649	0.574	0.623	0.569	0.504
	sehr groß	0.776	0.705	0.618	0.705	0.640	0.562	0.618	0.562	0.493
Hanf	beliebig	0.776	0.705	0.618	0.705	0.640	0.562	0.618	0.562	0.493

Man sieht also, daß der Endelastizitätsmodul eines Seiles, abgesehen vom Drahtmaterial, in erster Linie, u. zw. sehr beträchtlich vom Flechtwinkel abhängt, erst in zweiter Linie macht sich die Litzenkonstruktion bemerklich. Die Anzahl der Litzen im Seile ist gänzlich ohne Einfluß.

Von praktisch geringerer Bedeutung ist der Anfangsmodul α_0 , bzw. \mathbb{E}_0 ; doch müge bemerkt sein, daß er in Betracht kommt, wenn ein Drahtseil einen plötzlichen Ruck erfährt. Ist der Anfangsdehnungsmodul groß, bzw. der Anfangselastizitätsmodul klein, dann wird das Seil einen Stoß viel weicher auffangen, und die Beanspruchung der einzelnen Drähte wird eine beträchtlich geringere sein, als wenn das Seil einen konstanten, dem Endmodul gleichen Elastizitätsmodul haben würde.

4. Elastizitätsmodul der Drahtseile. (Beobachtungsmaterial.)

Zur Prüfung unserer Theorie konnte ich nur die sorgfältigen Untersuchungen von Diviš*) verwerthen, da sie, soweit mir bekannt, die einzigen sind, die die zur Prüfung nötigen Seildaten angeben; aber auch sie leiden an dem Mangel, daß die Elastizitätsmodule der Drahtsorten nicht bestimmt wurden.

Indes ist das dort niedergelegte Material ein derart reichhaltiges und vielseitiges, daß man annehmen kann, daß das typische Verhalten der Drahtseile in genügender Weise klargestellt ist, wenngleich Untersuchungen in einzelnen Punkten noch zu wünschen wären.

Die Versuche wurden so angestellt, daß zunächst die Längenänderung eines Seilstückes (in der Regel 19 m) bei zunehmender Belastung und dann bei zwischen zwei Grenzen wechselnder gemessen wurden; die Seile waren sämtlich vorher gut gestreckt; doch machen die manchmal auftretenden beträchtlichen Unterschiede zwischen den Verlängerungen bei zunehmender und bei wechselnder Belastung es wahrscheinlich, daß bei einigen, besonders bei Stahlseilen, die vorangegangene Streckung noch nicht genügend war, um Ungleichheiten im Anliegen der einzelnen Litzen auszugleichen.

Diviš berechnet aus seinen Versuchen die Elastizitätsmodule der Seile in der Weise, daß er die Differenz zweier spezifischer Belastungen durch die entsprechende relative Längenänderung dividiert; dieser Vorgang liefert zwar für die Praxis ausreichend genaue Werte des Elastizitätsmoduls, ist aber für die Prüfung der Theorie zu wenig genau, da die Punkte, die der Berechnung zugrunde gelegt werden, auf der Dehnungskurve zu weit auseinander liegen.

Ich mußte daher das ganze Beobachtungsmaterial einer neuerlichen Berechnung unterwerfen und habe dabei folgenden Weg eingeschlagen.**)

Von den 30 Seilen (aus Eisen- und verschiedenem Stahldraht), die Diviš untersucht hat, mußte ich von den Seilen 1 bis 28, die ich benützte, die Nummern 5, 7, 26, 27, 28 beiseite lassen, da für sie nicht alle nötigen Daten, insbesondere die Flechtwinkel, angegeben sind.

Bei den übrigen Seilen habe ich aus den Angaben von Diviš die relativen Verlängerungen λ samt den dazu gehörigen spezifischen Spannungen S (kg/mm^2) bezogen auf die Summe aller Drahtquerschnitte berechnet, und zwar wurden in gleicher Weise die Versuche bei steigender Belastung wie bei wechselnder benützt.

In Tabelle XI sind diese Zahlen, die direkt die Versuchsdaten geben, zusammengestellt.

Trägt man diese Zahlen graphisch auf, die S als Abszissen, die λ als Ordinaten, so findet man, daß nicht bei allen Seilen gleichmäßig geeignete Werte zur Prüfung der Theorie vorhanden sind.

Bei einer Gruppe (I) von Seilen (Nr. 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12, 14, 18, 19, 20, 24) liegen alle Punkte oder fast alle Punkte auf einer gleichmäßig verlaufenden Linie, so daß sich die Dehnungskurve mit beträchtlicher Genauigkeit ziehen läßt.

*) J. Diviš: „Der Elastizitätsmodul von Förderdrahtseilen.“ „Jahrbuch d. Bergak.“ 1904, I.

**) Zu Dank verpflichtet bin ich Herrn stud. phil. Franz Körner, der mich bei den langwierigen Rechnungen unterstützte.

Tabelle XI.

Seil Nr.	Material	$\lambda \cdot 10^5$	S	Seil Nr.	Material	$\lambda \cdot 10^5$	S	Seil Nr.	Material	$\lambda \cdot 10^5$	S
1	Fluß-eisen	0	1.8		Stahl 120	109	11.6	19	Stahl 180	0	4.7
		59	5.4		kg/mm^2	0	1.7			32	7.8
		98	9.0			80	8.3			59	10.9
		133	12.6			0	1.7			84	14.1
		0	1.8			135	14.9			133	20.3
	*	95	9.0			0	1.7			0	3.1
		0	1.8			180	21.6			47	7.8
		164	16.2	13	Stahl 120	0	1.4			0	3.1
2	Fluß-eisen	0	1.6		kg/mm^2	48	4.2			97	14.0
		55	4.9			80	6.9			0	3.1
		91	8.2			107	9.7			144	20.3
		124	11.4			156	15.2	20	Stahl 180	0	1.4
		0	1.6			0	2.8		kg/mm^2	33	4.1
	*	87	8.2			57	7.8			58	6.8
		0	1.6			0	2.8			80	9.5
		165	15.5		*	118	15.2			125	14.9
3	Fluß-eisen	0	2.0			0	2.8			165	20.2
		31	4.6		*	159	20.7			0	2.7
		54	7.1	14	Stahl 120	0	1.4			44	7.5
		0	2.0		kg/mm^2	38	4.2			0	2.7
	*	51	7.1			72	6.9			95	13.5
4	Fluß-eisen	0	1.3			100	9.7			0	2.7
	*	37	3.8			153	15.2			142	20.2
		73	6.4			204	20.7	21	Fluß-eisen	0	1.4
		104	9.0			0	2.8		*	52	4.1
		0	1.3		*	54	7.8			* 85	6.8
	*	71	7.2			0	2.8			* 117	9.5
6	Fluß-eisen	0	1.1			117	13.8			0	1.4
		54	4.4			0	2.8			* 95	7.6
		122	9.9			155	21.6			0	2.7
		174	15.3	15	Stahl 120	0	2.4			* 68	7.6
		0	1.1		kg/mm^2	38	4.8			0	2.7
	*	72	6.6			105	10.8			* 136	13.5
		0	1.1			167	16.8	22	Fluß-eisen	0	1.6
	* 164	15.3				0	3.6			52	4.7
8	Fluß-eisen	0	3.1			* 39	7.2			90	7.8
		62	7.8			0	3.6			124	10.9
		110	12.5			* 110	14.4			0	1.6
		157	17.2			0	3.6			* 98	8.7
		0	3.1			* 168	20.4	23	Stahl 120	0	2.9
		60	7.8	16	Stahl 120	0	3.3		kg/mm^2	56	6.7
		0	3.1			* 36	5.5			98	10.5
	*	139	16.5			* 88	11.1			138	14.4
9	Fluß-eisen	0	2.7			* 138	16.6			0	2.9
		57	7.0			0	3.3			* 48	5.8
		106	11.3			* 45	7.7			0	2.9
		147	15.7			0	3.3			* 133	13.4
		0	2.7			* 125	16.6	24	Stahl 120	0	3.0
		64	7.4			0	3.3		kg/mm^2	52	7.0
		0	2.7			* 184	23.3			92	11.0
		152	15.7	17	Stahl 120	0	2.8			125	15.0
10	Fluß-eisen	0	2.3		kg/mm^2	* 41	5.6			0	3.0
		48	6.3			* 101	11.1			41	6.0
		88	10.4			* 165	16.7			0	3.0
		126	14.4			0	2.8			117	14.0
		0	2.3			* 55	9.2	25	Stahl 120	0	4.7
		125	14.4			0	2.8		kg/mm^2	20	7.0
11	Fluß-eisen	0	2.5			* 154	16.8			39	9.4
		45	6.5			0	2.8			52	11.7
		90	10.4			* 228	23.2			69	14.0
		134	14.4	18	Stahl 120	0	3.1			89	16.3
		0	2.5		kg/mm^2	50	7.8			0	4.7
		135	14.4			97	12.5			30	8.2
12	Stahl 120	0	1.7			137	17.1			0	4.7
	kg/mm^2	* 52	5.0			0	3.1			* 101	16.3
		82	8.3			130	16.4				

Abb. 1 gibt ein Bild von der Sicherheit, mit der die Dehnungskurve gezogen werden kann. Die eingezeichnete Kurve ist die theoretische Kurve des Seiles Nr. 19, der punktierte Teil fällt vor die Anfangsbelastung, ist also extrapoliert. Die eingezeichneten Punkte entsprechen den einzelnen Beobachtungen, die doppelt umringelten den bei wechselnder Belastung.

Bei der zweiten Gruppe (II) (Nr. 6 und 23) fallen die Werte für wechselnde Belastung heraus, liegen aber für sich wieder auf einer Kurve, die der bei steigender Belastung nahe parallel läuft.

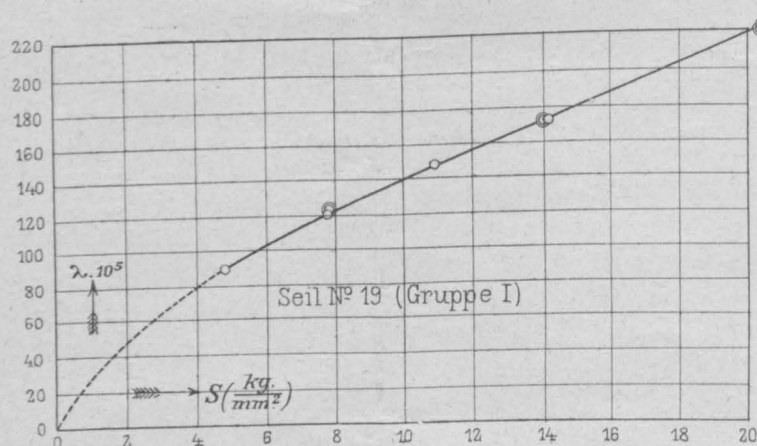


Abb. 1.

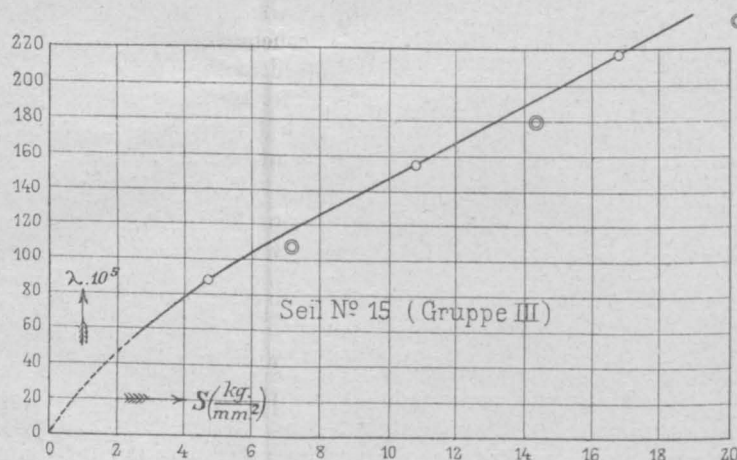


Abb. 2.

Tabelle XII.

Nr.	$\alpha_0 \cdot 10^6$		$\alpha_1 \cdot 10^6$		$\alpha_2 \cdot 10^6$		$\alpha_3 \cdot 10^6$		$\alpha_4 \cdot 10^6$		$\alpha_5 \cdot 10^6$		$\alpha_6 \cdot 10^6$		$\alpha_8 \cdot 10^6$		$\alpha_{10} \cdot 10^6$		$\alpha_{12} \cdot 10^6$		$\alpha_{16} \cdot 10^6$		$\alpha_{20} \cdot 10^6$	
	beob.	ber.	beob.	ber.	beob.	ber.	beob.	ber.	beob.	ber.	beob.	ber.	beob.	ber.	beob.	ber.	beob.	ber.	beob.	ber.	beob.	ber.	beob.	ber.
1	—	249	—	208	—	178	164	157	143	139	127	126	116	116	103	103	96	95	92	90.1	86	86.1	—	—
2	—	239	—	200	—	172	—	151	136	135	120	124	112	115	103	104	98	97.4	94	94.1	91	91.2	—	—
3	—	266	—	192	150	148	123	122	106	106	97	97.4	92	91.9	—	87	—	85	—	—	—	—	—	—
6	—	206	—	188	—	171	159	158	147	146	136	136	128	127	115	114	105	104	97	97.0	87	88.9	—	—
8	—	544	—	372	—	265	—	197	—	159	135	135	121	120	106	106	101	101	99	99.0	98	98.1	—	—
9	—	215	—	188	—	168	153	152	140	140	130	130	123	123	113	112	106	106	101	102	97	98.2	—	—
10	—	207	—	173	—	148	—	132	120	119	111	111	105	105	98	98	95	94.5	93	92.9	—	—	—	—
11	—	123	—	121	—	120	—	118	117	116	115	114	114	114	112	112	110	110	110	108	—	—	—	—
12	—	248	—	209	—	176	150	156	132	132	118	117	105	105	89	90	80	80	75	74.6	70	69.0	67	67.1
13	—	379	—	282	—	217	167	172	143	143	125	122	113	108	90	93	87	86	85	82.7	—	—	—	—
14	—	266	—	213	—	181	—	155	137	137	125	124	116	115	104	104	98	97.8	96	95.0	93	92.9	92	92.3
15	—	283	—	216	—	188	—	156	144	139	131	128	120	120	110	110	106	106	105	104	104	102	—	—
19	—	295	—	232	—	189	—	157	—	134	111	118	104	106	92	91	84	84	80	80.1	76	77.1	76	76.5
20	—	218	—	170	—	137	118	118	105	105	97	97	91	91	85	86	83	84	83	82.7	82	82.1	82	82.0
22	—	306	—	238	—	192	163	162	143	143	130	130	122	122	111	112	107	108	—	—	—	—	—	—
23	—	403	—	301	—	234	—	188	156	158	140	138	126	125	110	110	102	103	100	100	—	—	—	—
24	—	244	—	208	—	181	—	159	142	141	129	127	118	117	102	102	93	92.7	86	87.0	—	—	—	—

Die dritte Gruppe (III) umfaßt die Seile Nr. 8, 13, 15, 22, bei denen man eine Dehnungskurve für die Werte bei steigender Belastung mit Sicherheit ziehen kann; die Werte bei wechselnder Belastung fallen aber heraus und liegen auf einer anderen Kurve.

Abb. 2 zeigt das typische Verhalten der Seile der dritten Gruppe. Die Werte bei wechselnder Belastung (doppelt geringelt) fallen bedeutend tiefer und liegen auf einer Kurve, die einen niedrigeren Enddehnungsmodul ergibt.

Die vierte Gruppe (IV) endlich (Nr. 4, 16, 17, 21) umfaßt solche Seile, bei denen sich keine Dehnungskurve mit Sicherheit feststellen läßt, weil alle Werte unregelmäßig ausgefallen sind.

Das Seil Nr. 25 wurde über seine Elastizitätsgrenze gedehnt.

Die Werte von λ , die beträchtlich außerhalb der Dehnungskurve fallen, sind in Tabelle XI mit einem Stern versehen; außerdem möchte ich darauf hinweisen, daß bei manchen Seilen die Versuche mit wechselnder Belastung mit einem anderen Anfangswerte beginnen, worauf man beim Eintragen der Punkte gebührend Rücksicht zu nehmen hat.

Man sieht also, daß zur Prüfung der Theorie in erster Linie die Seile der Gruppe I in Betracht kommen; auch Gruppe II läßt sich noch dazu verwenden. Dagegen scheinen die Seile von Gruppe III doch nicht ganz genügend vorbelastet gewesen zu sein, weil sich der Elastizitätsmodul im Laufe der Versuche sichtbar erniedrigt hat.

Gruppe IV muß beim Vergleiche ganz ausgeschaltet werden.

Zur Auswertung der Seildaten wurde nun zunächst auf Millimeterpapier möglichst sorgfältig eine Kurve durch die gegebenen Beobachtungspunkte gezogen, aus der dann die Ordinatenwerte für λ für die spezifischen Spannungen 2.5, 3.5, 4.5, 5.5 etc. abgelesen wurden; die Differenz zweier benachbarter Werte, die nur um eine Einheit der spezifischen Spannung auseinander liegen, gibt dann mit genügender Genauigkeit den Dehnungsmodul α , z. B. $\alpha_5 = \lambda_{5.5} - \lambda_{4.5}$.

Eine Reihe der auf diese Weise gebildeten α sind in Tabelle XII in der Rubrik „beobachtet“ eingetragen.

Hierauf wurden aus jeder Dehnungskurve teils graphisch, teils rechnerisch die wahrscheinlichsten Werte der Konstanten α_0 , α_∞ und β , die in der Formel $\alpha_s = \alpha_\infty + (\alpha_0 - \alpha_\infty)e^{-\beta S}$ vorkommen, ermittelt.

Die erhaltenen Werte sind in Tabelle XIII niedergelegt und entsprechend der faktisch vorhandenen Genauigkeit abgekürzt. Setzt man diese Konstanten in obige Formel ein, so läßt sich bei jedem Seil für ein beliebiges S der entsprechende Dehnungsmodul α berechnen. Die errechneten Werte von α sind unter „berechnet“ in Tabelle XII neben die entsprechenden beobachteten gesetzt.

Es ergibt sich aus der im ganzen vortrefflichen Übereinstimmung, daß sich die Beobachtungen in der Tat durch obige Formel, allerdings mit drei Konstanten, sehr gut wiedergeben lassen, und damit zugleich die Berechtigung, die Werte von α für niedrige spezifische Belastung, die ja direkt der Beobachtung nicht zugänglich sind, zu extrapolieren.

Es erhalten damit die Werte für α_0 , auf deren praktische Bedeutung schon oben hingewiesen wurde, einen ziemlichen Grad der Sicherheit.

Der zweite Punkt, in dem wir unsere Theorie zu prüfen haben, besteht in der Untersuchung, welche relative Umfangsabnahme oder, was auf dasselbe hinauskommt, welche relative Durchmesserabnahme von der Theorie gefordert wird, um die Änderung des Elastizitätsmoduls mit der Belastung erklären zu können, und im Vergleich dieser Zahl mit den Messungen.

Wie wir oben auseinandergesetzt haben, setzt sich die relative Umfangsabnahme aus zwei Teilen zusammen, $\frac{\Delta u}{u} = \frac{\Delta u_1}{u} + \frac{\Delta u_2}{u}$, $\frac{\Delta u_1}{u}$ rührt von der elastischen Querkontraktion der Drähte, $\frac{\Delta u_2}{u}$ vom Anschmiegsprozeß der Litzen aneinander her, wobei überall der Maximalwert für große Belastung zu nehmen ist.

Die Werte, die Diviš für die relative Abnahme des Durchmessers fand, sind in Tabelle XIII in der Rubrik $\frac{\Delta u}{u}$ eingetragen; ihr Mittel ist 0.0042.

Vergleicht man mit dieser Zahl die von der Theorie geforderte 0.0034, so muß man sagen, daß die Übereinstimmung eine ausgezeichnete ist, so gut, daß ein Teil davon vielleicht zufällig ist.

Das Wesentliche, worauf es allein ankommt, ist also vollinhaltlich bestätigt.

Um die Änderung des Elastizitätsmoduls mit der Belastung zu erklären, nimmt die Theorie eine Änderung des Umfangs der Seile an; diese geforderte Abnahme ist klein und steht in vollkommener Übereinstimmung mit den Messungen.

Tabelle XIII.

Seil Nr.	$\alpha_0 \cdot 10^6$	$\alpha_\infty \cdot 10^6$	$(\alpha_0 - \alpha_\infty) 10^6$	β	\mathcal{E}_0	\mathcal{E}_∞	Seil-Material	$\frac{\Delta u}{u}$	Drahtstärke in mm	Litzenzahl	W	Zahl der Litzen-drähte	w	F	E ber.
1	250	84	166	0.28	4000	11.900	Eisen	0.001	1.0	6	24°	1 + 6	19°	0.61	* 19.500
2	239	90	149	0.30	4200	11.100	"	?	1.4	6	26°	1 + 6	20.5°	0.56	* 19.800
3	266	84	182	0.52	3800	11.900	"	0.003	1.8	6	23°	1 + 6	17.5°	0.65	* 18.300
6	206	80	126	0.17	4900	12.500	"	0.003	1.0	5	20.5°	3 + 9	19.5°	0.64	19.500
8	544	98	446	0.50	1800	10.200	"	0.002	1.0	6	24°	4 + 10	20°	0.58	17.600
9	215	96	119	0.25	4700	10.400	"	0.004	1.0 (0.7)	6	24.5°	1 + 5 + 11	22°	0.55	* 18.900
10	207	91	116	0.35	4800	11.000	"	0.006	1.0	6	23°	1 + 6 + 12	18.5°	0.62	* 17.700
11	123	100	23	0.08	8100	10.000	"	0.008	1.0	7	25°	1 + 6 + 12	18°	0.59	* 16.900
12	248	66	182	0.26	4000	15.100	Stahl	0.002	1.0	6	24.5°	1 + 6	18°	0.61	* 24.800
13	379	80	299	0.39	2600	12.500	"	0.001	1.0	7	23.5°	1 + 6	20°	0.61	20.600
14	266	92	174	0.34	3800	10.900	"	0.002	1.0	7	23°	1 + 6	19°	0.63	* 17.200
15	283	102	181	0.37	3500	9.800	"	0.002	1.0	8	23.5°	1 + 6	18.5°	0.62	15.800
18	—	87	—	—	—	11.500	"	0.012	1.0	6	24.5°	4 + 10	19°	0.58	* 19.800
19	295	76	219	0.33	3400	13.200	Pat.-Stahl	0.002	1.0	6	22°	1 + 6	20°	0.63	* 20.900
20	218	82	136	0.44	4600	12.200	"	0.005	1.0	7	22.5°	1 + 6	18°	0.65	* 18.900
22	306	105	201	0.41	3300	9.500	Eisen	0.005	1.0	7	24°	6	19.5°	0.58	16.400
23	403	98	305	0.41	2500	10.200	Stahl	0.004	0.7	4 + 10	23.5°	9	14°	0.65	15.600
24	244	78	166	0.24	4100	12.800	"	0.001	0.7	6 + 12	22.5°	7	16°	0.65	* 19.700
25	—	60	—	—	—	16.700	"	0.012	1.2	8	22°	10	15°	0.67	24.900

Wir fanden $\frac{\Delta u_1}{u} = \frac{1}{3} \frac{\Delta L}{L}$, wobei $\frac{\Delta L}{L}$ die relative Dehnung der Drähte bedeutet, und nach Formel 49) $\frac{\Delta u_2}{u} = \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\beta} \cotg^2 W$. Für $\frac{\Delta L}{L}$ können wir in maximo $\frac{1}{1000}$, daher $\frac{\Delta u_1}{u} = 0.0003$ setzen.

Das Mittel von $\alpha_0 - \alpha_\infty$ für alle untersuchten Seile ergibt sich aus Tabelle XIII zu $188 \cdot 10^{-6}$, das für β zu 0.33, der mittlere Flechtwinkel W war 23° ; aus diesen Zahlen ergibt sich $\frac{\Delta u_2}{u} = \frac{188 \cdot 10^{-6}}{0.33} \cotg^2 23^\circ = \frac{188 \cdot 5.5}{330000} = 0.0031$ und $\frac{\Delta u}{u} = 0.0003 + 0.0031 = 0.0034$.

Man sieht aus diesen Zahlen zunächst, daß $\frac{\Delta u_2}{u}$ ungefähr zehnmal größer ist als $\frac{\Delta u_1}{u}$.

Was nun den Vergleich mit dem Experiment anlangt, so können diese kleinen Änderungen der Durchmesser natürlich nur höchst ungenau bestimmt werden, erheblich unsicherer als z. B. bei einem runden Stabe.

Man ist daher genötigt, nicht nur an einem Seil viele Einzelmessungen zu machen, wie es Diviš getan hat, sondern man muß auch den Mittelwert für viele Seile nehmen; es läßt daher die Unsicherheit der Messung (es handelt sich bei unseren Seilen immer nur um Hundertel von Millimetern) es also aussichtslos erscheinen, die Prüfung bei jedem einzelnen Seil für sich vorzunehmen.

Wir kommen nun zur Hauptsache, zur Prüfung des theoretischen Wertes des Endmoduls.

Die Rechnung hat für den Endwert des Elastizitätsmoduls ergeben (50a und 50b):

$$\mathcal{E}_\infty = E \frac{1 + n \gamma}{1 + n} \quad \Gamma \text{ für Seile mit Drahtseelenlitzen und}$$

$$\mathcal{E}_\infty = E \gamma \Gamma \quad \text{für Seile mit seelenlosen oder Hanfseelenlitzen;}$$

dabei ist $\gamma = \frac{\cos^3 w}{1 + \frac{\sin^2 w}{3}}$ und Γ der analoge Ausdruck, wenn

für w W gesetzt wird.

Setzen wir allgemein $\mathcal{E}_\infty = F E$, so ist der Faktor F nur durch die Seilkonstruktion bedingt und kann unabhängig von jeder Messung berechnet werden. Die Werte, wie sie sich für F bei den untersuchten Seilen ergeben, sind in Tabelle XIII eingetragen, ebenso wie die zu seiner Berechnung notwendigen Daten (w , W , n).

Im Interesse einer scharfen Prüfung der Theorie ist es sehr zu bedauern, daß Diviš nicht auch die Elastizitätsmodule der verwendeten Drahtsorten angibt, was umso wichtiger wäre, als diese Größen bekanntlich stark von Draht zu Draht schwanken.

Wir müssen uns daher darauf beschränken, umgekehrt aus dem empirisch ermittelten \mathcal{E}_∞ und dem gerechneten F den Elastizitätsmodul E des Drahtmaterials zu bestimmen.

Die Werte, die man so für E erhält, sind in Tabelle XIII unter „ $E_{\text{ber.}}$ “ zusammengestellt und die Seile der Gruppe I, also die verlässlichsten, mit einem Stern versehen.

Bildet man zunächst das Mittel für E getrennt für die Eisen- und Stahlseile der Gruppe I, so ergibt sich

$E_{\text{Eisen}} = 18.500$ und $E_{\text{Stahl}} = 20.200$, die entsprechenden Mittelwerte für alle Seile auch die weniger sicheren der Gruppe II und III sind

$$E_{\text{Eisen}} = 18300, \quad E_{\text{Stahl}} = 19800.$$

Die Werte der Elastizitätsmodule, die verschiedene Autoren für Eisen- und diverse Stahlsorten gefunden haben, schwanken stark. Für die jetzt in der Fabrikation verwendeten Drähte darf man wohl 17 — 19.000 für Eisen und 20 — 23.000 für Stahl annehmen.

In diese Grenzen fallen unsere Mittelwerte hinein.

Aber auch die Einzelwerte der theoretisch berechneten Elastizitätsmodule befriedigen, wenn man bedenkt, daß erstens ein Fehler in der Bestimmung des Flechtwinkels von 1° bereits einen Fehler von 6% im Elastizitätsmodul bedeutet, zweitens die Bestimmung des Endmoduls aus der Dehnungskurve selbst bei den guten Seilen der Gruppe I immerhin leicht auf 5% ungenau sein kann.

Die Eisenseile der Gruppe I (Nr. 1, 2, 3, 9, 10, 11) weichen im Maximum um 4% von den oben angegebenen Grenzwerten ab, während die Abweichung bei den Stahlseilen derselben Gruppe etwas größer ist, aber 10% auch nicht übersteigt.

Auffallend ist der niedrige Wert für $E = 15.600$ beim Seil Nr. 23 der Gruppe II.

Daß die Seile der Gruppe III vielfach zu niedrige Werte für E ergeben ist begreiflich, denn aus den Dehnungsversuchen ist, wie oben auseinandergesetzt, zu schließen, daß die Vorbelastung noch keine genügende war.

Berücksichtigt man alles dies, so kann man sagen, daß auch in diesem dritten Punkt, der Berechnung des Endmoduls aus den Seildaten, die Theorie in befriedigender Weise mit dem vorhandenen Beobachtungsmaterial übereinstimmt.

Weitere Schlüsse zu ziehen über die Abhängigkeit des Anfangsmoduls und der Größe β von der Beschaffenheit des Seiles, halte ich für verfrüht, weil die vorliegenden Beobachtungen noch zu wenig zahlreich sind.*)

Als Mittelwert für den Anfangsmodul \mathcal{E}_0 ergibt sich bei Eisenseilen 4400, bei Stahlseilen 3600, als beobachteter Endmodul \mathcal{E}_∞ für Eisen 10.900, bei Stahl 12.500. Diese Zahlen können als ziemlich verläßlich betrachtet werden.

Der Quotient $\frac{\mathcal{E}_\infty}{\mathcal{E}_0}$ ist bei Eisenseilen etwa 2,5, bei Stahlseilen 3,5. Infolge des niedrigeren Anfangsmoduls werden Stahlseile plötzliche Stöße weicher auffangen als Eisenseile.

5. Zusammenfassung der Resultate.

Im ersten Teile der vorliegenden Arbeit wird im Anschlusse an die in meiner ersten Abhandlung durchgeführten Rechnungen die Beanspruchung der einzelnen Drähte unter gewissen vereinfachten Annahmen berechnet.

Es ergibt sich dabei: Erstens, daß (gleiche Flechtwinkel, Drähte und Litzen vorausgesetzt) für Flechtwinkel von $9^\circ, 18^\circ, 25^\circ$ die Umfangsdrähte um za. $2\%, 10\%, 20\%$, die Seelendrähte um $5\%, 25\%, 54\%$ mehr beansprucht sind, als der spezifischen Spannung des Seiles, bezogen auf den summarischen Drahtquerschnitt, entspricht.

Zweitens, daß bei demselben Flechtwinkel $9^\circ, 18^\circ, 25^\circ$ jeder Draht im Drahtseil um $1\%, 5\%, 10\%$ mehr beansprucht wird als in einer Litze.

Drittens, daß die Seelendrähte im Verhältnisse zu den Umfangsdrähten im Seile nicht stärker beansprucht werden als in einer Litze.

Es wird ferner ein Weg angegeben, wie diese Verhältnisse durch Zerreißversuche geprüft werden könnten.

*) Es macht den Eindruck, als ob sie in erster Linie von der individuellen Beschaffenheit des einzelnen Seiles und seiner Vorgeschichte abhängen würden, insbesondere von der Spannung, unter der die Litzen verflochten werden.

Im zweiten Teile werden kurz die Verhältnisse bei dreimal geflochtenen Seilen (Kabelseilen) besprochen.

Hier ist die Beanspruchung eines Drahtes bei Flechtwinkeln von $9^\circ, 18^\circ, 25^\circ$ um $4\%, 16\%, 34\%$ höher, als der spezifischen Belastung des Seiles entsprechen würde.

Der dritte Abschnitt ist dem Studium der Elastizitätsverhältnisse der Seile gewidmet. Es wird eine Erklärung für die den Drahtseilen eigentümliche Dehnungskurve gegeben, die innerhalb der Elastizitätsgrenze nicht wie bei Drähten und Litzen eine Gerade ist, sondern eine nach unten konkave Kurve, die asymptotisch sich einer Geraden nähert.

Zu diesem Zwecke wird zunächst eine Formel für die Dehnung der Längeneinheit λ eines Seiles aufgestellt; dabei zeigt es sich, daß λ sich als Summe von drei Gliedern ansehen läßt, nämlich der Verlängerung, hervorgerufen durch die Dehnung der Drähte, der Verlängerung, erzeugt durch das näher Aneinanderrücken der Drähte infolge der elastischen Querkontraktion, und schließlich der Verlängerung, die durch das näher Aneinanderschmiegen der Litzen bedingt ist. Die beiden ersten Glieder sind proportional der spezifischen Spannung, das dritte gleich $A(1 - e^{-\beta S})$, wo A und β Konstanten sind, die von der Seilbeschaffenheit abhängen.

Nachdem auf diese Weise λ als Funktion von S dargestellt ist, wird der Dehnungsmodul gebildet $\alpha_s = \frac{d\lambda}{dS}$; man

erhält dann die Formel $\alpha_s = \alpha_\infty + (\alpha_0 - \alpha_\infty)e^{-\beta S}$, wobei α_0 den Dehnungsmodul für die Belastung 0 und α_∞ den für sehr große Belastung bedeutet.

Von diesen drei Konstanten läßt sich α_∞ theoretisch aus den Seildaten berechnen, α_0 und β müssen aus Versuchen bestimmt werden.

Für die Praxis am wichtigsten ist natürlich der Wert von α_∞ , bzw. $\mathcal{E}_\infty = \frac{1}{\alpha_\infty}$, da dieser Wert des Elastizitätsmoduls bei der Betriebsbelastung immer nahe erreicht sein wird.

Mit einer für die Praxis genügenden Annäherung ergibt sich aus den genaueren Formeln des dritten Abschnittes $\mathcal{E}_\infty = E\Gamma^2$, wobei E der Elastizitätsmodul der Drahtsorte und Γ eine von dem Flechtwinkel abhängige Größe bedeutet, die aus der folgenden Zusammenstellung entnommen werden kann:

$W =$	15°	17°	19°	21°	23°	25°
$\Gamma =$	0.88	0.85	0.82	0.78	0.74	0.70
$\Gamma^2 =$	0.78	0.72	0.67	0.61	0.55	0.49.

Bei einem Flechtwinkel von 25° kann also der Elastizitätsmodul des Seiles bereits auf die Hälfte des Elastizitätsmoduls der Drahtsorte gesunken sein.

Der vierte Abschnitt prüft die Theorie an den Messungen, die Diviš*) an 30 verschiedenen Seilen angestellt hat.

Erstens wird gezeigt, daß die theoretische Dehnungskurve innerhalb der Fehlergrenzen mit der empirisch erhaltenen übereinstimmt.

Zweitens wird nachgewiesen, daß die zur Erklärung der gekrümmten Dehnungskurve notwendige Abnahme des Seildurchmessers sehr gering ist und der Größenordnung nach mit der gemessenen übereinstimmt.

Drittens ergibt sich bei den meisten Seilen eine befriedigende Übereinstimmung des theoretisch berechneten Endmoduls mit dem gemessenen. Bei den Seilen, wo diese Übereinstimmung fehlt, konnte nachgewiesen werden, daß sie ein unregelmäßiges Verhalten bei der Dehnung zeigten, was wahrscheinlich dadurch hervorgerufen war, daß sich während der Messung dauernde Änderungen des Elastizitätsmoduls ergaben.

*) Es sind von den mir bekannten die einzigen, welche die zur Prüfung der Theorie notwendigen Größen angeben.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, jene Ergebnisse der vorliegenden Arbeit hervorzuheben, die ein eventuelles Interesse für die Praxis haben können.

Das elastische Verhalten der Drahtseile wird durch drei Größen gekennzeichnet, den Elastizitätsmodul für die Belastung 0 (E_0), den Elastizitätsmodul für große Belastungen E_∞ und eine Größe β , die ein Maß dafür abgibt, wie rasch der Endmodul erreicht wird.

1. Der Anfangsmodul kann empirisch nicht bestimmt werden; dagegen kann man ihn mit genügender Sicherheit berechnen, wenn man zwei Punkte der Dehnungskurve des Seiles ermittelt hat.

Der Anfangsmodul ist im Mittel 4400 kg/mm^2 für Eisenseile, 3600 kg/mm^2 für Stahlseile gebräuchlicher Typen; sein niedriger Wert verringert erheblich die Beanspruchung von Drahtseilen, die unbelastet einen plötzlichen Ruck erfahren.

2. Der Unterschied zwischen dem Dehnungsmodul bei einer bestimmten Belastung und dem Enddehnungsmodul sinkt bei der Zunahme der spezifischen Belastung von 2 kg/mm^2 rund auf die Hälfte.

3. Der Endelastizitätsmodul läßt sich praktisch angenähert berechnen, indem man den Elastizitätsmodul des Drahtmaterials mit der sechsten Potenz des Kosinus des Flechtwinkels multipliziert.

Der Größenordnung nach beträgt er bei gebräuchlichen Seiltypen im Durchschnitte 10.000 kg/mm^2 für Eisen, 12.000 kg/mm^2 für Stahl.

4. Das elastische Verhalten eines Drahtseiles in seinen verschiedenen Lebensaltern läßt sich folgendermaßen beschreiben.*)

Das ganz neue Seil wird einen sehr großen Unterschied zwischen Anfangs- und Endmodul und dementsprechend eine stark gekrümmte Dehnungskurve aufweisen, weil die einzelnen Drähte in der Litze und vor allem die Litzen im Seile sich im unbelasteten Zustand nicht berühren. Der größte Teil der anfänglichen Dehnung ist darauf zurückzuführen, daß die Schraubenlinien der Drähte und Litzen im Laufe des Betriebes steiler werden und infolgedessen das Seil länger.

Steht dann das Seil eine Zeitlang im Betriebe, so hört die merklich dauernde Dehnung auf, u. zw. tritt das dann ein, wenn die Drähte und Litzen bereits so gestreckt sind, daß sie sich im unbelasteten Zustand des Seiles nahezu berühren.

Dieser Zustand der Seile ist der, auf den sich unsere theoretischen Betrachtungen beziehen.

Steht aber einmal ein Seil sehr lange im Betriebe, dann wird der Anschmiegsprozeß der Litzen aneinander auch im ungespannten Zustande vollendet sein, dann wird das Drahtseil eine nahezu geradlinige Dehnungskurve haben und sich im wesentlichen wie ein Draht mit kleinem Elastizitätsmodul verhalten.

G r a z, im Mai 1905.

Zur Wiener Staub- und Schmutzfrage.

In Nr. 25 der „Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines“ vom 23. Juni l. J. finden sich unter der Überschrift „Soll man städtische Straßen teeren?“ höchst beachtenswerte Erörterungen des Herrn Bau-Inspektor Bartack, der mit Bezug auf die Wiener Straßenpflege ein Zukunftsbild entrollt, das gerade nicht sehr erfreulich ist. Es wird dort mit einer fachlichen und unbarmherzigen Klarheit dargetan, daß wir einerseits in Wien ein gutes Maß von Schmutz und Staub als unabwendbar hinnehmen müssen, und daß andererseits der dort vorgeschlagene Weg der raschen Beseitigung Kosten in der unglaublichen Höhe von K 2 pro Kopf jedes Einwohners von Wien an regelmäßiger Belastung ergibt.

Herr Bartack sieht als Ursache der großen Staub- und Schmutzentwicklung die städtischen Schotterstraßen an, und darüber ist man ja allgemein einig, daß tatsächlich die Hauptursache des Schmutzes und Staubes in den Schotterstraßen gelegen ist. Sie sind damit in einem Maße behaftet, daß sie auch die angrenzenden Würfelstein- und Asphaltstraßen mit Staub und Schmutz versehen. Herr Bartack bespricht jedoch diese schlechten Schotterstraßen von Wien in einem Sinne wie etwas Unvermeidliches, an dem nichts zu ändern ist; er zieht nur zwei Lösungen in den Kreis seiner sonst allgemeinen Erörterungen, die geteerte Schotterstraße und die gepflasterte Straße, und kommt zu dem, wie ich glaube, einwandfreien Schluß, daß die Pflasterung nur wirksam sein könne, wenn sie sich über das ganze Straßennetz erstreckt, da die Pflasterstraßen durch den auf den angrenzenden Schotterstraßen erzeugten Schmutz verunreinigt werden. Er folgert hieraus, daß man also gezwungen sein wird, alle Straßen zu pflastern, wenn man zu einem halbwegs befriedigenden Resultate kommen will, weist aber, wie erwähnt, die an Unmöglichkeit grenzenden Kosten dieses Verfahrens nach. Diese Schlußfolgerung hat mich veranlaßt, zur Feder zu greifen, und möchte ich zunächst sagen, daß ich in der Folge nicht auf diesen Umstand zurückkommen will, daß ich in der gewöhnlichen gepflasterten Straße einen so wesentlichen Fortschritt nicht sehe wie Herr Bartack, dem „selbst ein holperiges Pflaster lieber ist als eine Schotterstraße“. Es kommt meines Erachtens vom Standpunkte des Schmutzes nur die Pflasterstraße mit Fugenguß, bzw. die fugenlose Straße aus Asphalt oder Beton als in jeder Hinsicht besser in Betracht, deren Ausführung und Erfolge ich in einer Artikelserie in der Zeitschrift „Beton und Eisen“ 1905 dargelegt habe, bzw. noch darlege. Nur diese Straßenformen geben uns für die

etwas höheren Kosten jene Annehmlichkeiten mit Bezug auf Ruhe und Reinheit, wie sie der moderne Straßenbau anstreben muß. Es sei an dieser Stelle auf jene Probeausführung hingewiesen, die von dem niederösterreichischen Landesausschusse auf der Straße von Wien nach Himberg nächst Maria-Lanzendorf verlegt worden ist. Es sind dort vom niederösterreichischen Landesausschusse Probestrecken aus Basaltoid, Kleinsteinpflaster (Basaltstein mit Fugenguß) und Klinker mit Zement und Teerguß ausgeführt worden, deren Besichtigung ich jedem Fachmanne dringend empfehlen kann. Es sei außerdem auf die Pflasterung der Liesinger Bahnstraße und der Prager Reichsstraße von Korneuburg nach Stockerau aufmerksam gemacht. Obwohl diese Frage längst über das Versuchsstadium hinaus als spruchreif anzusehen ist, so sind solche Versuche zur Festlegung lokaler Details gewiß nötig. Sie verlangen jedoch insofern einige Vorsicht, als man nicht irgendwelche dabei auftretende Mängel gleich der Sache in die Schuhe schieben darf, ohne dieselben gründlich auf ihren Ursprung zu prüfen und sich zu fragen: Warum stimmen die neuen Resultate mit den fremden Erfahrungen nicht überein? Solche Fehlschlüsse finden sich bei jeder neuen Methode oder Systemänderung und sind nur bei einer größeren Ausdehnung solcher Straßenbauversuche zu vermeiden, während sich dasjenige, was das Wiener Stadtbauamt in dieser Hinsicht unternommen hat, meines Wissens in zu bescheidenen Grenzen bewegt hat, um auf ernste Absichten schließen zu lassen. Es besteht vielmehr der Eindruck für den mit den internen Details nicht vertrauten Verfasser, als ob die Gemeinde Wien mit dem jetzigen Zustande, den Land und Staat, die doch mit denselben Verhältnissen zu rechnen haben, unangenehm empfinden und abzuändern trachten, ganz zufrieden und daran festzuhalten gewillt ist.

Nach der heutigen Sachlage im allgemeinen und bei uns hier in Groß-Wien im besonderen unterscheiden sich die Anforderungen, die an die Straße in Stadt und Land gestellt werden, nur sehr wenig von einander. Es darf insbesondere nicht übersehen werden, daß selbst nach Entfernung aller Schotterstraßen immer Bauplätze mit ihren unbedeckten Bürgersteigen übrig bleiben, die ebensolche Schmutzhälter sind. Daher lege ich auf die Frage der leichten und billigen Reinigung einer Pflasterform das Hauptgewicht, da ich nur darin eine

*) Dabei ist natürlich abgesehen von einer eventuellen Änderung des Elastizitätsmoduls der Drähte im Laufe der Zeit, die jedenfalls nicht sehr groß ist.

Bürgerschaft für den Erfolg sehe. Ich leugne insbesondere, daß dies bei der gewöhnlichen Pflasterstraße gut durchführbar ist, da bei aller Sorgfalt die Fugen dies verhindern. Ich möchte also umgekehrt behaupten, daß es unser erstes Bestreben sein muß, aus sachlichen wie aus finanziellen Gründen eine bessere Form der Schotterstraße zu suchen, anstatt, wie Herr Bartack wünscht, sie auszumerzen.

Der angeführte Aufsatz, d. h. Herr Bartack, hat sich, wie gesagt, mit dieser Aufgabe nicht befaßt, sondern die bestehende Methode der Schotterung mit Kalkschotter aus dem Wienerwald wird als eine gegebene Größe behandelt. Dies scheint mir aber nicht der richtige Weg, wie uns ein Hinweis auf jene Großstädte lehrt, bei denen sich überhaupt kein Steinbruch in der Nähe befindet. Es ist naheliegend, daß diese Städte, die alle Schottermaterialien weit her beziehen müssen, eine sehr vorsichtige Auswahl treffen, während wir in Wien einer durchaus naheliegenden „Verführung“ erliegen, einen billigen und schlechten Kalkstein zu gebrauchen, dessen Gebrauch bei näherem Zusehen nicht einmal finanziell gerechtfertigt werden kann. So häufig dies sich anderswo wiederholt, gibt es auch genug Beispiele von Städten, die keinesfalls an Mangel von Steinen in der Umgebung leiden, sagen wir z. B. Karlsbad, und trotzdem nicht zu dem naheliegenden Granit, sondern zu dem entfernteren Basaltschotterwerk greifen. Ich erwähne das Beispiel, weil ich annehmen darf, daß die Mehrzahl der Leser Gelegenheit hatte, die Wiener Straßen mit denen jener Provinzstadt zu vergleichen, und mit Rücksicht auf den am Schlusse dieser Ausführungen gemachten Hinweis.

Die großen Vorteile einer harten Schotterdecke sind durch zahlreiche, jahrelang durchgeführte Proben bestätigt, und in Norddeutschland z. B., wo bekanntlich fast gar keine harten Eruptivgesteine, sondern nur Findlinge vorkommen, hat man die Vorteile eines harten Schottermaterials selbst bei dem Bezuge aus großer Entfernung, z. B. aus Schweden, längst erkannt.

In Berlin z. B. werden mit Vorliebe böhmische Basalte, die per Elbe stromabwärts gehen, oder schwedische und norwegische Basalte verwendet, und kann man dort ganze Straßenzüge nur mit Basalt gewalzt sehen. Ebenso verhält es sich in anderen großen Städten Norddeutschlands, speziell in Dresden, das als Muster einer reinlichen Stadt gilt.

In Bayern versorgt das Fichtelgebirge, wo zahlreiche Basaltbrüche bestehen, das ganze Land bis weit nach Süden und Westen mit Basaltschotter, in Belgien ist es der Porphyrt aus der Gegend von Quenast, und die Straßen sind dort in bestem Zustande.

Ein tüchtiger Kenner der Baumaterialien, Baurat August Hanisch in Wien, behandelt in einem sehr lehrreichen Artikel im Juliheft 1904 der Zeitschrift „Der Städtebau“ unter dem Titel „Straßenbefestigung“ die Vorteile eines harten Schottermaterials sehr eingehend. Ich kann mir nicht versagen, das folgende daraus zu zitieren: Baurat Hanisch sagt über Kalkstein und ähnliche geringwertige Steinmaterialien, wie sie hier in Wien ausschließlich angewendet werden: „Zur Herstellung der Schotterstraßen dürfen vor allem nur Steine von großer Druckfestigkeit verwendet werden, da sich sonst infolge Zerdrückens der Steinstücke ein zu bedeutender Materialverbrauch einstellt und die sich durch die Zermahlung minder festen Schottermaterials bildenden Mengen von Staub und Kot als in höchstem Grade lästig und schädlich bezeichnet werden müssen. Wenn nun der Verwendung von Kalksteinen auf weniger befahrenen Straßen das Wort geredet wird, so ist dies nur zu begreiflich, da, was noch immer nicht allseits bekannt zu sein scheint, viele Kalksteine tatsächlich eine Druckfestigkeit aufweisen, welche die mancher ebenfalls zur Beschotterung benützter Granite weit übertrifft; und empfiehlt sich deshalb die Durchsicht der in Druck gelegten Versuchsergebnisse des Obgenannten mit den Bausteinen der österreichisch-ungarischen Monarchie.“

„Anders verhält es sich mit der zweitwichtigsten Anforderung, die man auch an ein Schottermaterial stellt, nämlich mit der Härte oder dem Widerstande gegen die Abnutzung, betreffend welcher sich die Kalksteine im allgemeinen sehr ungünstig verhalten und daher als Deckstoff für Straßen mit großem Verkehre, abgesehen von der dann meist auch nicht mehr hinreichenden Druckfestigkeit, schon aus diesem Grunde nicht geeignet erscheinen. Es erscheint denn überhaupt

dringend geboten, billiges, geringwertiges Steinmaterial möglichst auszuschließen und nur bestes, wenn auch teureres, an dessen Stelle treten zu lassen. Ist man auch in Landgemeinden häufig mit dem Gestein nicht wählerisch und nimmt mit Vorliebe Material aus unmittelbarer Nähe, so sollte man doch auf stark benutzten Straßen, insbesondere auf städtischen Straßen, von solchen unzweckmäßigen Verwendungen absehen.“

Damit ist eigentlich alles gesagt, und hierin liegt der springende Punkt unserer Straßenpflege. Es ist also durchaus nicht notwendig, daß die Stadt Wien ungeheure Summen für Straßenpflasterung ausgibt, die nach Angabe des Herrn Bartack za. 86.000.000 Kronen für die alten 20 Bezirke betragen müßten, den Zuwachs an Straßen nicht gerechnet. Wenn man schon die früher erörterte Frage der Güte dieses Vorschlages außer acht lassen will, so kann doch nicht übersehen werden, daß nach diesem Projekte wohl Jahre und Jahre vergehen werden, daß bestenfalls erst unsere Kindeskinde sich einer besseren Straßenfläche und einer reinen, schönen, hygienischen Luft erfreuen werden können.

Es mag zugegeben werden, daß es keine technische Unmöglichkeit ist, auch in kürzerer Zeit als von Herr Bartack angegeben die Kalkschotterstraßen Wiens durch Pflaster zu ersetzen, aber wenn man dabei in der Hauptsache mit Steinen das m^2 mit K 18 im Auge hat, so ist es einfach unmöglich, innerhalb einer kürzeren Zeit das erforderliche Steinmaterial für die alten 20 Bezirke allein mit ihren 4.766.482 m^2 ungepflasterten Straßen aus den wenigen Brüchen, die für die Versorgung mit Steinmaterial heute in Betracht kommen können, herbeizuschaffen. Man wird froh sein, wenn man das Material während der von Herrn Bartack berechneten 45 Jahre erhält, oder man muß es noch weiter her beziehen wie jetzt und dafür wegen der höheren Frachten einen noch höheren Preis anlegen.

Ich kann daher nicht umhin, diesem Vorschlag, dem Übel nur mit Straßenpflasterung abzuweichen, mit Mißtrauen zu begegnen. Hier ist rasche Hilfe notwendig, und die ist nur zu erzielen durch eine möglichst schnelle Inangriffnahme der Beschotterung der Straßen mit einem harten Steinmaterial, selbstverständlich unter weiterer ruhiger Fortsetzung der Straßenpflasterungen. Im allgemeinen kann der Grundsatz aufgestellt werden, daß die Haltbarkeit, beziehungsweise geringe Schmutz- und Staubentwicklung aller Straßen bei gleicher Konstruktion und Inanspruchnahme direkt proportional der Druckfestigkeit und indirekt proportional der Abschleiffähigkeit des verwendeten Materials ist.

Für unseren in Wien verwendeten Kalkschotter wurde, wie mir mitgeteilt wird, eine mittlere Bruchfestigkeit von 1000 kg ermittelt, wogegen Granit eine solche von 1500—2000 und Basalt eine solche von 2500—3500 kg/cm^2 hat. Noch größer sind die Unterschiede bei der Abschleiffähigkeit, die beispielsweise bei Basalt 5—8 mal geringer ist als bei Kalk, so daß also bei diesem um den gleichen Betrag weniger Schleifmehl (Staub) durch die darauffahrenden Räder erzeugt wird als bei Kalkschotter, der von vornherein, um seine Umwandlung in Kalkmehl nicht noch mehr zu beschleunigen, in unverhältnismäßig großen Brocken zur Verwendung kommen muß.

Dabei kommt noch bei allen sedimentären Steinen von niedriger Festigkeit die große prozentuelle Schwankung ihrer Eigenschaften in Betracht, die durch ihre Entstehung gegeben erscheinen, und die selbst eine gewissenhafte Auswahl vor ihrer Verwendung nicht ganz beseitigen kann, wie dies jeder, der die Verhältnisse eines solchen Steinbruches kennt, ohne weiters zugeben muß. Dementgegen zeigen vulkanische Gesteine geringe Schwankungen, die prozentuell noch kleiner erscheinen. Man kann also auf ein gleichmäßiges Material rechnen, was — eine gleichmäßige Herstellung vorausgesetzt — zu einer gleichmäßigen Abnutzung führt; dieser Umstand aber macht eine Vergleichung beider Materialien unter Annahme von gleichmäßigen Eigenschaften schwieriger. Doch gibt uns derselbe immerhin einen hinreichenden Maßstab an, den wir solange festhalten müssen, als uns bessere Versuchsmethoden (siehe den Schluß dieses Aufsatzes) nicht zur Verfügung stehen.

Dieser theoretische Grundsatz wird auch soweit durch die Erfahrung bestätigt, daß man sich desselben ohne jeder unberechtigten Verallgemeinerung bedienen kann, indem bei sonst gleicher Konstruktion und gleichem Verkehre die Dauer einer gewalzten Schotter-

decke von Granit von 2000 kg/cm^2 bis zweimal und von Basalt von 3000 kg/cm^2 bis dreimal größer ist als diejenige von Kalkstein von 1000 kg/cm^2 . In gleichem Verhältnisse steht natürlich auch die Staubentwicklung, da diese aus der Zerkleinerung der Schotterdecke zu Staub entsteht — sie ist umso geringer je größer die Abnutzungsdauer ist, also bei Kalk um 4–6 mal größer wie bei Basalt. In einem ähnlichen Verhältnisse wie die Lebensdauer stehen die Kosten. Wenn eine Basaltstraße dreimal so lange hält, bzw. dreimal weniger Erhaltung verursacht, so würde selbst bei den vierfachen Kosten des Steinmaterials dieselbe Schotterstraße erst dasselbe kosten und für den Gebrauch des besseren Steines der geringere Schmutz und die geringere Störung des Verkehrs beim Neubaue sprechen.

Herr Bartack gibt den jährlichen Verbrauch an Kalkschotter in Wien mit 153.253 m^3 an und folgert daraus logisch, daß demnach jährlich 153.253 m^3 Staub und Schmutz erzeugt werden, was einer Abnutzungsschicht von 3.2 cm Höhe, verteilt auf die ganze Straßenfläche, entspricht. Man kann auch aus dieser erstaunlichen Tatsache folgern, daß der Staub- und Schmutzplage schon zum größten Teile abgeholfen wäre, wenn für die Schotterung und Walzung der ungepflasterten Straßen Wiens ein härteres Schottermaterial als der bis jetzt gebrauchte Kalkstein verwendet würde. Wir sind, wie gesagt, auf den Bezug dieses Materials aus Böhmen und Schlesien angewiesen, der sich bei der großen Entfernung natürlich höher als Kalkschotter stellt; aber unter Berücksichtigung seiner größeren Haltbarkeit und Beständigkeit fällt es nicht schwer nachzuweisen, daß eine Basalt-schotterstraße schon in ihrer ersten Anlage immer noch um die Hälfte billiger ist als eine Kalksteinschotterstraße.

Nach der Zusammenstellung des Herrn Bartack betragen die Kosten für Neuherstellung gepflasterter und ungepflasterter Straßen im Jahre 1900 K 1,076.313.39. Dafür lassen sich, die Daten des Herrn Bartack zugrunde gelegt, za. 60.000 m^3 gepflasterte Straßen herstellen. Betrachten wir uns nun einmal, wie viel dafür Kalkschotterstraßen in harte Schotterstraßen, das heißt Basaltstraßen umgewandelt werden könnten. Basalt kostet nach mir vorliegenden Mitteilungen loko Wien Verwendungsstelle za. K 21 das m^3 . Zum Schottern von 1 m^2 Straße wird verbraucht za. 0.1 m^2 Basalt, so daß aus 1 m^3 za. 10 m^2 feste Straßendecke hergestellt werden könnten, die einen Betrag von K 21 oder von K 2.10 per m^2 an Schotter erfordern, sofern man in der Maschine gebrochenen Schotter verwendet. Bei Handschlag soll der Preis etwas höher (K 26.77) sein.

Rechnet man den Arbeitslohn für Walzen etc. mit 60 h per m^2 , so kostet also 1 m^2 Basaltschotterstraße za. K 3, und es könnten für den angegebenen Betrag von rund K 1,080.000 jährlich za. 360.000 m^2 Kalkschotterstraßen in Basaltschotterstraßen umgewandelt werden, d. i. sechsmal mehr als Neuherstellung von Pflasterstraßen, wobei das erforderliche Basaltschottermaterial von za. 60.000 m^3 natürlich leicht aus den verschiedenen Brüchen Böhmens und Schlesiens, die des näheren in dem erwähnten Artikel von Baurat Hanisch bezeichnet sind, zu erhalten wäre. Auf diese Weise läge die Möglichkeit vor, in za. 14 Jahren alle Kalkstraßen der 20 alten Bezirke mit $4.766.482 \text{ m}^2$ aus dem regelmäßigen Budget ohne einen Heller Mehrausgabe in Basaltstraßen umzuwandeln. Es liegt aber auch kein Hindernis vor, das Tempo beliebig zu beschleunigen, ja sogar alle Straßen sofort herzustellen. Der ganze hiezu erforderliche Betrag würde za. K 15,000.000 nicht übersteigen. Damit hätte man gute, verhältnismäßig schmutz- und staubfreie Straßen in ganz Wien und die weiteren Vorteile, daß man die Herstellung der teuren Pflasterstraßen nicht zu überstürzen und die dafür notwendigen immensen Beträge nicht in so kurzer Zeit, wie sie Herr Bartack in Aussicht nimmt, zu investieren braucht; Pflasterstraßen mit Fugenguß, bzw. fugenlose Straßen wären dann nur soweit zu bauen, als man wirklich Einwandfreies schaffen kann.

In diese Rechnung sind die Ersparnisse nicht einbezogen, die an Straßenerhaltungs- und Reinigungskosten dabei zu erzielen wären, denn zu den Ersparungen an Schotter selbst treten noch die Ersparungen an Arbeitslöhnen und Fuhrlöhnen für Wegschaffung des enormen Quantums von Schmutz und Staub, dazu kommt ferner noch, daß die Verkehrsstörungen, die sich bei der Walzung der Straßen mit großem Verkehre in Wien sehr unangenehm bemerkbar machen, sich nicht in so kurzen Zwischenräumen wiederholen wie bei

den mit Kalkschotter gewalzten Straßen, bei denen, großer Verkehr vorausgesetzt, die Schotterung und Walzung beinahe alljährlich erfolgen muß. So weit sich dies berechnen läßt, soll die folgende Rechnung dafür einen Maßstab abgeben, in welcher der beste Kalkstein (wie er eigentlich nur höchst selten vorkommt) mit der geringsten Qualität Basalt verglichen werden soll. Setzen wir also voraus, daß die Festigkeit des in Wien zur Verwendung kommenden Kalksteines nur dreimal kleiner und seine Abschleiffähigkeit dreimal größer als die des Basalts wäre, so daß nach Umwandlung sämtlicher Kalkschotterstraßen Wiens in Basaltschotterstraßen für die Erhaltung nur zirka der dritte Teil desjenigen Quantums Schotter gebraucht würde, welches zur Zeit verbraucht wird. Für 1902 wird dasselbe in dem Artikel des Herrn Bartack mit 153.253 m^3 und die entsprechende Abnutzungsschicht der Straßen mit 3.2 cm angegeben. Für Basalt würden demnach die entsprechenden Zahlen rund 50.000 m^3 , bzw. 1 cm sein. Herr Bartack gibt nun die Kosten der Erhaltung der ungepflasterten Straßen Wiens für 1902 mit K 1,505.061.78 an, d. h. es wurden für 153.253 m^3 bei der Erhaltung verwendeten Schotter samt Aufbringen und Walzen zirka K 10 per 1 m^3 gezahlt. Dieser Preis stimmt, nebenbei bemerkt, mit den in Wien üblichen Kalkschotterpreisen überein, die je nach der Zufuhrdistanz ungleich sind. Da nun für die Straßenerhaltung an Basalt nur 50.000 m^3 gebraucht würden und derselbe K 21 per 1 m^3 kostet, so würde die Erhaltung von Basaltschotterstraßen gleicher Fläche im Jahre 1902 nur zirka K 1,050.000 gegen obige K 1,505.061.78 kosten, was einer Ersparung von jährlich rund K 500.000 oder 33% entspricht. Rechnet man dazu, daß diese Straßen auch eine dreifache Lebensdauer haben, und daß man nicht 153.253 m^3 , sondern nur 50.000 m^3 Staub durch Säuberung unschädlich machen müßte, für die jährlich bis jetzt im ganzen 4.3 Millionen Kronen ausgegeben werden. Man kann daher die Gesamtersparnis im Jahr, nicht zu hoch gerechnet, mit rund K 750.000 annehmen, d. h. genau so viel, als die Verzinsung des für eine sofortige Basaltschotterung notwendigen Anlagekapitales erfordert. Eine Erhöhung der Kosten für Straßenerhaltung würde selbst in diesem äußersten Falle der sofortigen vollständigen Systemänderung nicht eintreten.

Es liegt also der Vorteil der Umwandlung der Kalkschotterstraßen in Straßen mit harter Beschotterung auch in ökonomischer Beziehung auf der Hand, und es ist nur zu verwundern, daß man diese einfache Rechnung bis jetzt noch nicht in Wirklichkeit umgesetzt hat. Es kann nicht unerwähnt bleiben, daß es außer dem erwähnten Radikalmittel auch noch verschiedene Mittelwege zur Erzielung einer entsprechend widerstandsfähigen Deckschicht aus hartem Stein gibt. Hier sei nur ein Vorgang hervorgehoben, der sich schon an anderen Orten, wo harter Schotter nicht in genügender Menge und hinreichend billig beschafft werden konnte, bewährt hat, das sind die Halbschotterstraßen. Darunter versteht man Schotterstraßen, deren untere Schotterdecke aus heimischem billigen Materiale besteht, deren Fahrbahn aber mit einem harten Schottermaterial bedeckt wird; hiefür eignet sich am besten ein hartes Material von 10 bis 30 mm Korngröße, welches auf die vorher mit Kalkschotter gewalzte Straßenbahn in einer Stärke von nur 5 cm statt 10 cm als letzte Schicht aufgewalzt wird. Eine solche Decke ergibt erfahrungsgemäß staub- und schmutzfreie Straßenoberflächen, welche die darunter liegende Kalkschotterdecke vor allzurascher Abnutzung schützt. Solche Halbschotterstraßen eignen sich hervorragend für Verkehr zweiter oder dritter Ordnung, also für die weniger verkehrsreichen Querstraßen und für Straßen, bei welchen Pflasterung bereits in Aussicht genommen ist. Es fällt mir aber nicht bei, einer solchen halben Maßregel allgemein das Wort zu reden; für verkehrsreiche Straßen würde selbstverständlich eine Ganzschotterung mit hartem Materiale platzgreifen müssen. Es könnten aber die so erzielten weiteren Ersparnisse der Straßenreinigung zugute kommen, damit dieselbe nicht so wie jetzt die 3.2 cm Straßenkot monatelang ihrem Schicksale überlassen muß, daß hingegen für eine schleunige Entfernung der nur 1 cm betragenden Abnutzung Sorge getragen werde. Diese weitaus geringere Menge ist auch leichter zu bewältigen. Heute dagegen gilt der Umstand, daß man die Sache so wie so nicht ordentlich machen kann, als eine Art Entschuldigung für die bestehende notwendige Vernachlässigung aller äußeren Bezirke, wo sich Straßen vorfinden, die lebhaft an „Dorf“ erinnern, wenn sie nicht

noch ärger sind. So aber ließe sich nach der bei der Gemeinde über die einzelnen Straßen geführten Statistik das ganze Schotterstraßennetz mit Bezug auf den Verkehr in ein System bringen, indem das ganze Netz je nach seiner Verkehrsdichte in zwei oder mehr Kategorien zerlegt wird und die Arbeiten vom Stadttinnern nach der Peripherie fortzuschreiten haben, so daß in erster Linie der verbaute Stadtteil in den Genuß guter Straßen käme.

Ich kann nicht umhin, auch mit einigen Worten den Hauptzweck der Bartackschen Erörterung „Das Teeren von Straßen“ zu streifen. Auch hier ist die Widerstandsfähigkeit des geteereten Materiales eine Vorbedingung für den Erfolg, wenn man gleichzeitig mit einer geringen Menge des betreffenden Mittels sein Auskommen finden will. Herr Bartack schreibt: „Die wenigen Versuche, die auch auf städtischen Straßen ausgeführt wurden, erscheinen sämtliche so unbefriedigende Erfolge gehabt zu haben . . . weil der städtische Fuhrwerksverkehr die Schotterdecke zu rasch zermalmt“, und bespricht weiter in ähnlichem Sinne ungünstig zwei Versuche in der Lustkandlgasse im IX. Bezirke. Demgegenüber möchte ich nur bemerken, daß ein Mittel, welches für eine bestimmte Qualität Schotter gut ist, nur so lange wirksam bleibt, als eben die dem Schotter eigene Staubmenge gebunden ist, während es sofort bei der Umwandlung des Schotters in Kalkbrei wirkungslos werden muß. Es ist bedauerlich, daß die verschiedenen Interessenten, die Westrumit, Simplizität etc. vertreiben, auf diesen Umstand aus schlecht verstandenem Geschäftsinteresse nicht aufmerksam machen und ihre Flüssigkeit als ein Allheilmittel hinstellen wollen. Jedenfalls stehen die hier in Wien erzielten Resultate in keiner Übereinstimmung mit den anderwärts erreichten. Ich verweise abermals auf Karlsbad*); es kann daran nur der verschiedene Schotter schuld sein, mit dem die Versuche gemacht wurden; in Wien Kalkstein, in Karlsbad Basalt.

Ich werde bei diesem Anlasse von kompetenter Seite auf Versuche des Stadtbauamtes mit Basalt und Diorit aufmerksam gemacht und insbesondere auf eine Strecke von Teermakadam in Basaltschotter. Hieraus ist zu entnehmen, daß die Mitteilungen des Herrn Bauinspektor Bartack die vom Stadtbauamte gemachten Versuche nicht erschöpfend darstellen, und darf ich wohl hoffen, daß dies bald geschehen möge. Ich bemerke hiezu, daß das Teermakadam in Nordamerika unter dem Namen „Biulithic-Pflaster“**) nach jahrzehntelangen Versuchen, und nachdem man die richtigen Einzelheiten herausgefunden hat, in den letzten Jahren einen geradezu phänomenalen Aufschwung genommen hat. Es wäre zu hoffen, daß dieser Erfolg hier zur Vorsicht mahnt, damit wir nicht zu voreiligen und unberechtigten Schlußfolgerungen gelangen. Ich halte diese Form für berufen, dem Ideal einer geschlossenen Straßendecke im ganzen Weichbilde der Stadt, wie es Herrn Bartack vorschwebt, mit weit geringeren Kosten zu entsprechen, ohne daß dies uns abhalten darf, an die Verbesserung der bestehenden Makadamstraßen zu denken, so lange kein Ersatz besteht.

Fassen wir kurz das Gesagte zusammen, so ergibt sich folgendes:

Vorschlag Bartack:

Umwandlung der Kalkschotterstraßen in Pflasterstraßen. Kosten 86 Millionen Kronen, Zeitdauer der Herstellung nach dem jetzigen Tempo mindestens 45 Jahre, das nicht wesentlich beschleunigt werden kann. Inzwischen weitere Fortwurstelerei mit den Kalkschotterstraßen. Schließlich Erhöhung der Kosten der Straßenerhaltung um K 2 per Kopf der Einwohner.

Gegenvorschlag:

Umwandlung der Kalkschotterstraßen in Schotterstraßen aus hartem Materiale. Kosten 15 Millionen Kronen, Zeitdauer der Umwandlung höchstens 14 Jahre, aus den heutigen regelmäßigen Abgaben oder in Form einer Anleihe zu bestreiten. In letzterem Falle beträgt die Ersparung an Schottermaterial, an Schmutz- und Staubabfuhr und Straßenbesprengung mindestens K 750.000 jährlich, welche die Verzinsung obigen Anlehens decken.

*) Siehe „Zeitschrift des Österr. Ing.- u. Arch.-Ver.“ 1905, Nr. 31: Über Ölspritzung der Straßen. Von Bau-Direktor F. Drobny in Karlsbad.

**) Siehe „Beton & Eisen“, Heft XI I. J.

Die vorliegenden Erörterungen sollen auch beweisen, wie in dieser Staubfrage eine laienhafte Agitation ohne fachgemäßen Hintergrund nur Staub aufzuwirbeln imstande ist, anstatt ihn zu beseitigen, denn die ganze Staub- und Schmutzfrage ist ausschließlich eine Frage des besseren Straßenbaues. Es liegen Anzeichen vor, daß der Impuls, der von dem Automobilmus ausgeht, den Straßenbau zum Range einer selbständigen Wissenschaft von der Höhe des Eisenbahnbaues erheben wird. Daß in dieser neuen Bewegung die Schotterstraße als etwas Unvollkommenes dem Untergange geweiht sein soll, scheint schon aus ökonomischen Gründen nicht wahrscheinlich. Es scheint vielmehr, daß neben den vollkommenen Formen des Pflasters, der fugenlosen Straße (dem Geleisstreifen), die Schotterstraße fortbestehen und nicht viel von ihrer heutigen Bedeutung einbüßen wird. Wegweisend für die Vervollkommnung unserer Schotterstraßen sind die Arbeiten des Ackerbauministeriums der Vereinigten Staaten, dem dort die Straßen unterstehen, zur Ermittlung der für die Straßen brauchbaren Gesteine. Es sind dort ganz neue Gesichtspunkte aufgestellt worden. Wenn auch im vorstehenden mangels etwas besserem die Druckfestigkeit und die Abnutzungsfestigkeit der Urgesteine angeführt werden, so bedarf es doch keines Beweises, daß dies nur eine unsichere Unterlage abgibt, da es sich darum handelt, die Eigenschaften des Schotters zu bestimmen. Zu diesem Zwecke bedient man sich: Erstens eines Würfels aus Schotter, der durch Zusammenpressen entsprechend der Walzung hergestellt wurde, und zweitens aus diesem Probewürfel, der durch Kräfte, ähnlich dem Raddruck, erneuert wird. Es werden von beiden Würfeln Druckfestigkeit und Abnutzungsfestigkeit bestimmt. Aus dieser Zahlenreihe, die dem Wege vom Urgestein bis zum Straßenkot entspricht, und wo der Vorgang der Benützung experimentell wiederholt ist, wird eine richtige Güteziffer für den Straßenbau gewonnen. Auf diese Weise wird besonders festgestellt, ob der Schotter sich gleich auf den ersten Angriff der Räder in einen nicht widerstandsfähigen Staub verwandelt, oder ob er seinen Charakter als Schotter längere Zeit zu wahren imstande ist. Diese Methode ist als ein wertvoller Fingerzeig für die Praxis anzusehen, und läßt sich daraus die Berechtigung ableiten, ob es am Platze ist, teure Steinarten anzuwenden oder nicht.

Ähnliche wichtige Arbeiten liegen aus englischen und französischen Quellen vor, so daß es an der Zeit scheint, daß auch wir von dem alten Schimmel herabsteigen. Die Vernachlässigung, der sich bei uns das Versuchswesen erfreut, macht sich bei jedem Schritte in der technischen Praxis bemerkbar, so auch hier. Wir haben in Österreich nicht einmal eine entsprechende Zentralanstalt, der wir solche Arbeiten zuweisen könnten. Ja noch mehr, dieser Teil der Frage ist bei der Zerfahrenheit der Kompetenzen im Straßenwesen in einem so zerfahrenen Staatswesen wie dem unseren fast aussichtslos, und es ist daher umso dankenswerter, wenn einzelne Faktoren, wie das Wiener Stadtbauamt, über die gesammelten Erfahrungen nicht das Leichentuch des Amtsgeheimnisses breiten, sondern sie der Allgemeinheit zugute kommen lassen. Ich lege also hier ganz besonderes Gewicht darauf, in diesem Falle mit meiner Meinungsäußerung, die das Loben gern andern überläßt und nur das Abweichende hervorhebt, nicht mißverstanden zu werden, da ich volles Verständnis für den Wert der Bestrebungen des Wiener Stadtbauamtes besitze und die demselben gesteckten Grenzen vollauf würdige.

Will man aber auf diesem Gebiete zu einem allseits befriedigenden Resultate gelangen, so darf man sich nicht durch Voraussetzungen und Bedingungen binden, die meines Erachtens der eigentliche Grund sind, daß die Residenz in Bezug auf Sauberkeit und Güte der Straßen so weit hinter andern deutschen Städten zurücksteht, und nicht sich mit Vorschlägen zufrieden geben, die, wie die Idee, alle Straßen pflastern zu wollen, den Stempel der Undurchführbarkeit auf der Stirne tragen und als eine Rechtfertigung dafür dienen können, daß in der Sache so wenig geschieht.

Wien, den 10. November 1905.

Dr. Ing. Fritz v. Emperger.

Vereins-Angelegenheiten.

BERICHT

Z. 640 v. 1905.

über die 6. (Wochen-)Versammlung der Tagung 1905/1906.

Samstag den 9. Dezember 1905.

1. Der Vereinsvorsteher, Herr Generalinspektor Gustav Gerstel, eröffnet um 7 Uhr die Sitzung, gibt die Tagesordnungen der nächst-wöchentlichen Versammlungen bekannt und ladet, da sich niemand zum Worte meldet,

2. Herrn Reg.-Rat Prof. Dr. Schwiedland ein, den angekündigten Vortrag zu halten: „Wirtschaftsgeschichtliche Wandlungen und soziale Interessen“.

Der formvollendete inhaltsreiche Vortrag, welcher auszugsweise demnächst in der „Zeitschrift“ erscheinen wird, weckt den lebhaften Beifall der zahlreich besuchten Versammlung.

Der Vorsitzende schließt nach 8 Uhr abends die Sitzung, begleitet von erneutem Beifalle der Anwesenden, mit den Worten: „Ich danke dem Herrn Reg.-Rat Prof. Dr. Schwiedland auf das herzlichste für seine so interessanten und fesselnden Ausführungen, welchen wir, wie der lebhaftige Beifall zeigt, mit gespannter Aufmerksamkeit und hohem Interesse von Anfang bis zu Ende gefolgt sind“.

C. v. Popp.

Fachgruppe der Berg- und Hüttenmänner.

Bericht über die Versammlung vom 9. November 1905.

Der Obmann, Ober-Bergrat J. Sauer, eröffnet die Sitzung, begrüßt die Mitglieder und Gäste, die sich zur ersten Fachgruppen-versammlung zahlreich eingefunden, beglückwünscht die Herren Sektionschef v. Webern, Bergrat Wienke und den Schriftführer im Namen der Fachgruppe zu ihren Allerh. Auszeichnungen, bezw. zur Beförderung; hierauf teilt der Obmann die Veränderungen im Stande der Mitglieder mit und widmet den verstorbenen Hofräten Arzberger und Gstöttner einen warm empfundenen Nachruf.

Auf Grund einer Zuschrift des Vereinsvorstehers wird als Mitglied der Fachgruppe für den ständigen Preisbewerhungsausschuß Herr Direktor v. Lichtenfels, der mit Herrn Dr. Haerdtl gegenwärtig diesem Ausschusse angehört, wiedergewählt. Der Obmann teilt noch das Programm für die nächsten Vorträge mit sowie den Beschluß des Ausschusses der Fachgruppe, auch in diesem Jahre eine Barbara-Feier abzuhalten, zu welcher das vorjährige Komitee die Vorbereitungen treffen wird, und ladet Herrn Professor Müllner ein, den angekündigten Vortrag zu halten: „Die geschichtliche Entwicklung des innerösterreichischen Bergbaues“.

Die montanistische Bedeutung Innerösterreichs war schon in sehr früher Zeit bekannt und gewürdigt. Wir wissen aus Schriftstellern des Altertums und inschriftlichen Denkmalen der Römer, daß dieser Länderkomplex unter dem Namen Noricum schon vor Christi Geburt den Römern als reiches Fundgebiet für Gold und Eisen bekannt war. Die durch Ausgrabungen in jüngster Zeit zutage geförderten Funde in den innerösterreichischen vorrömischen Ansiedlungen und Gräbern, zusammengehalten mit den zahlreichen, bei alten Schriftstellern zerstreuten historischen Nachrichten, rücken die Existenz des bergmännischen Betriebes noch um ein Jahrtausend hinter die römische Okkupation zurück, für dessen Anfang aber fehlen uns alle Anhaltspunkte. Überblickt man das Becken des Mittelmeeres zur Zeit des 1. und 2. Jahrtausends v. Chr., so zeigen sich im Osten und Südosten die großen Kulturzentren Babylon und Ägypten auf hoher Bildungsstufe, während Europa, wie die Funde lehren, noch auf der Pfahlbau-, wenn nicht Höhlenkulturstufe stand, weshalb hier von Bergbau absolut keine Rede sein konnte. Der erste Anstoß zum Umschwunge der Verhältnisse ging von Ägypten aus, als sich letzteres Land gegen die fast fünfhundert-jährige Herrschaft der Hyksos erhob und diese za. 1600 v. Chr. vertrieb. Die Vertriebenen kehrten teils nach Syrien zurück, teils wanderten sie nach Kreta und dem benachbarten Griechenland und selbst nach Italien aus, wo sie als Pelasger Gemeinwesen, Städte und Burgen gründeten, an deren Resten wir die als zyklopisch bezeichnete Bauart und die Dimensionen der Blöcke noch heute bewundern. Sie führten Götterdienste ein, welche aber merkwürdigerweise alle ägyptisch oder

ägyptisch-phönikische Götter betreffen. Für den Bergbau sind hievon von besonderem Interesse der Schmiedegott Phtah-Hephästos, die hinkenden Schmiedegötter Vulkan und Welent, die Göttin der Unterwelt Hathor-Hekate-Isis, Schwester der Göttin des Oberraumes Sate. Die beiden letzteren sind als Emanationen der Urraumgöttin Pacht gedacht, mit der sie drei Schicksalsmächte bilden. Hathor ist als Herrin der Unterwelt auch Vorsteherin des Bergbaues. Als Isis finden wir sie in Noricum von römischen Bergwerksleuten inschriftlich verehrt.

Daß nun ägyptisch-asiatische Auswanderer auf den mineralreichen griechischen Inseln und der Balkanhalbinsel zuerst Bergbau und Metallbearbeitung betrieben, beweist die Nachricht, daß Daktylen und Telchinen zuerst auf Kreta und Rhodos Eisen schmiedeten. Das Wort Daktyl bedeutet im Phönikischen einfach Erzhaue oder Bergmann und Telchin den Erz- und Eisenschmied.

Ein Hauptsitz pelasgischer Kultur war am Pagasäischen Busen (Busen von Volo) in Thessalien, wo die pelasgischen Minyer hausten und von wo aus auch der als Argonautenzug bekannte Kultur- und Kolonistenzug in die Donauländer unternommen wurde, welcher der Zeit nach in das 13. Jahrhundert v. Chr. verlegt wird.

Bedenkt man, daß um diese Zeit auf Kreta, Cypern, Rhodos, Samos, Chios, Lemnos, Thasos, Euböa, Andros u. a. Inseln sowie am Festlande Asiens und Griechenlands ein ausgedehnter Bergbau auf Gold, Kupfer und Eisen betrieben wurde, welcher erst mit der Entwaldung der Gegenden sein Ende erreichte, so wird man nicht fehlgehen, wenn man annimmt, daß diese Auswanderer und Entdeckungsreisenden die Metall- und Erzlager unserer Alpenländer sicher angegangen sein dürften. Ja vielleicht war es eben der beginnende Holz-mangel, welcher die Schmelzer veranlaßte, nach neuen Revieren zu suchen. Durch den Einfluß und die montanistische Tätigkeit der von Südosten einwandernden Bergleute und Metallarbeiter erklären sich auch die auf griechischen Einfluß hinweisenden Funde in den Gräbern der norischen Schmelzstätten.

Ein weiterer Entdeckungszug pelasgischer und phönikischer Seefahrer ging auch nach Italien, wo die einwandernden Asiaten nach den klarsten Zeugnissen der Schriftsteller vom 3. Jahrhunderte v. Chr. abwärts eine im Zustande der Stein- und Pfahlbaukultur sich befindende Bevölkerung vorfanden. Zuerst wurden die Kupfergruben von Elba bis zu ihrer Erschöpfung, dann die Eisenerze in Populonia ausgeschmolzen, bis Holz-mangel auch diese Industrie einschränkte. Nachdem die Etrusker die Poländer in Besitz genommen, rückten sie in die reichen norischen Eisenerfelder ein, und etwa vom 8. Jahrhunderte v. Chr. an begannen sie zunächst die leichtflüssigen Brauneisenlager der unterkrainischen Dilluviallehme und die benachbarten Roteisensteine der Karbonformation auszubeuten und auszuschmelzen. Diese Industrie dauerte bis in die Zeit der gallischen Invasion, durch welche die Etrusker aus dem Polande zurückgedrängt wurden. Mit diesem Hinweise schließt der Vortragende seine Ausführungen und stellt in Aussicht, die bergmännische Tätigkeit der Italier in Innerösterreich an der Hand der Funde und Quellenstellen in einem zweiten Vortrage zu behandeln.

Der interessante Vortrag, durch die Vorführung von Lichtbildern illustriert, findet lebhaften Beifall. Der Obmann drückt Herrn Professor Müllner den besten Dank aus und schließt die Sitzung.

Der Obmann:

J. Sauer.

Der Schriftführer:

F. Kieslinger.

Fachgruppe für Elektrotechnik.

Bericht über die Versammlung vom 13. November 1905.

Der Obmann eröffnet die Sitzung und begrüßt die Versammlung zum Beginne der Vortrags-session. Einer Aufforderung der Vereinsleitung Folge leistend, geht die Versammlung an die Wahl eines Mitgliedes für den Preisbewerhungsausschuß. Es wird hiezu Herr Ing. Friedrich Drexler einstimmig gewählt. Sodann erteilt der Obmann das Wort Herrn Dr. techn. August Kann, Ober-Ing. der Österr. Siemens-Schuckert-Werke, zur Abhaltung seines Vortrages: „Statische Berechnung elektrischer Freileitungen“, welcher seinerzeit im Wortlaute in der „Zeitschrift“ abgedruckt werden wird.

Anschließend an den sehr beifällig aufgenommenen Vortrag teilt Herr Direktor Richard Knaur seine kürzlich in Amerika gemachten Wahrnehmungen über Aluminiumleitungen, insbesondere am Niagara, mit. Die Wirtschaftlichkeit der Aluminiumleitungen beginnt bei einem Preise desselben, der das 2-13fache des Kupferpreises beträgt. Der Vortragende fügt noch ergänzend hinzu, daß das Aluminium keine Aneisung zeige und sich auch in der Atmosphäre, ausgenommen in der Nähe des Meeres, gut erhalte. Auf eine Frage des Herrn Ingenieur

Friedrich Drexler bezüglich der geringen Aneisung des Aluminiums erwidert der Vortragende, daß der eigentliche Grund hierfür noch nicht bekannt sei.

Der Obmann dankt dem Vortragenden für seine interessanten Ausführungen und schließt die Sitzung.

Der Obmann:
F. Neureiter.

Der Schriftführer:
Dr. J. Miesler.

Vermischtes.

Personal-Nachrichten.

Der Kaiser hat verliehen den Herren Franz Grünebaum, Major a. D., in Anerkennung gemeinnützigen Wirkens den Orden der eisernen Krone dritter Klasse und Viktor Pirner, Baurat des steiermärkischen Staatsbaudienstes, den Titel und Charakter eines Ober-Baurates, ferner ernannt die Herren Eduard Henrich, Schloßhauptmann in Schönbrunn, zum Ober-Baurat und Leiter des obersthofmeisteramtlichen Baudepartements, und Ferdinand Brunner, Hofgebäude-Oberinspektor und Leiter der Verwaltung der Hofgebäude vor dem äußeren Burgtore, zum Schloßhauptmann.

Wiener Bürgertheater. Sonntag den 10. d. M. fand die gemeinsame Besichtigung dieses neuesten Wiener Theaters statt. Zur festgesetzten Stunde (10 Uhr vormittags) hatten sich im geräumigen Vestibüle über 200 Vereinsmitglieder eingefunden mit den Vorsteher-Stellvertretern Baurat Franz Pfeuffer und Baurat Theodor Bach. Die Besichtigung erfolgte in zwei Gruppen unter der Führung des Architekten Freiherr v. Krauß und seines Bauleiters. Die technische und künstlerische Ausführung des Theaters fand gleich warme Anerkennung der Besucher, welche beim Abschiede in Ansprachen der beiden Vorsteher-Stellvertreter zu lebhaftem Ausdrucke kam. Die Beschreibung dieses Bauwerkes mit Ansicht und Grundrissen wird demnächst in der Zeitschrift erscheinen.

Wettbewerb.

Wettbewerb zur Erlangung von Skizzen für eine Schießstätte in Pilsen (Zeitschrift Nr. 21 und 34). Das hierfür eingesetzte Preisgericht hat den ersten Preis (K 1000) dem Entwurfe mit dem Kennzeichen „Ein goldenes P im goldenen Kreise“, Verfasser die Architekten Friedrich Bendlmayer und Emil Weichart in Prag, den zweiten Preis (K 600) dem Entwurfe mit dem Kennworte „U boj“, Verfasser Architekt Anton Turek in Prag, und den dritten Preis (K 400) dem Entwurfe mit dem Kennzeichen „Eine geflügelte Zielscheibe mit blauen Rändern“, Verfasser unbenannt, zuerkannt.

Mitteilungen des ständigen Wettbewerbs-Ausschusses.

Wettbewerb zur Erlangung von Entwürfen für das Landhaus in Czernowitz. Der Landtag des Herzogtums Bukowina hat den Beschluß gefaßt, mit dem Aufwande von K 1.000.000 (ausschl. Grundankauf) ein neues, in monumentalem Charakter gehaltenes Landhaus zu erbauen, sich laut Punkt 2c der Beschlüsse zur Erlangung von Projekten mit den Architekten Franz Freiherr v. Krauß in Wien, Professor Maxim Monter in Brünn und Professor Robert Vittek in Czernowitz in Verbindung zu setzen und auch von anderen Architekten Entwürfe entgegen zu nehmen. Ergänzt werden diese in den Czernowitzer Zeitungen übereinstimmend gebrachten Nachrichten durch eine Mitteilung der „Wiener Bau-Industrie-Zeitung“ vom 1. Dezember l. J., nach welcher jedem der genannten Architekten ein Honorar von K 3000 zugesprochen, den übrigen Architekten aber die Beteiligung freigestellt wird, ohne daß ihnen ein Honoraranspruch zustehen soll. Der Bukowinaer akademisch-technische Verein und die Baumeistergenossenschaft in Czernowitz haben den erwähnten Beschlüssen gegenüber an den Landtag gemeinsam eine Denkschrift gerichtet, deren Abschrift uns von dem genannten Vereine mit dem Bemerken mitgeteilt wurde, daß sie leider ohne Erfolg blieb. Diese Denkschrift bespricht zunächst eingehend die Bedeutung des beabsichtigten baulichen Unternehmens für die Stadt Czernowitz, für die Architekten im allgemeinen und für jene der Bukowina im besonderen, hebt dann hervor, daß

einer derartigen, zu künstlerischer Tätigkeit anregenden und die künstlerische Entwicklung der Stadt befruchtenden Aufgabe gegenüber der Aufwand, den ein öffentlicher Wettbewerb verursachen würde, gar nicht in die Wagschale fallen könne, und stellt endlich die Bitte: „der hohe Landtag geruhe seinen in der Sitzung vom 15. November l. J. gefaßten Beschluß zu reasumieren und, zwecks Erlangung von Plänen für das zu erbauende Landhaus, eine öffentliche Konkurrenz*) auf Basis der einschlägigen Bestimmungen des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines auszuschreiben“. Einer weiteren Mitteilung des Bukowinaer akademisch-technischen Vereines zufolge wurde über Beschluß der Vereinsleitung den drei genannten Architekten nur die eben erwähnte Denkschrift zur Kenntnis gebracht, ohne an dieselben wegen Nichtannahme des ihnen gestellten Angebotes heranzutreten (womit sich die betreffende Notiz der „Wiener Bau-Industrie-Zeitung“ berichtigt). Weder über die Wahl von Juroren noch über das Programm und die näheren Bedingungen für den fraglichen Wettbewerb ist bisher in den Kreisen der Architekten von Czernowitz näheres bekannt geworden, da aber der dritte Punkt der Landtagsbeschlüsse lautet: „beim nächsten Zusammentritte des Landtages ist in dieser Angelegenheit Bericht zu erstatten“, so dürfte es doch noch an der Zeit sein, von unserer Seite mit einer Meinungsäußerung nicht zurückzuhalten. Zunächst heben wir in Übereinstimmung mit der erwähnten Denkschrift hervor, daß in erster Linie ein allgemeiner, allen staatsangehörigen Architekten zugänglicher Wettbewerb zu empfehlen ist, wenn es sich um die Erlangung von Skizzen für ein öffentliches Gebäude handelt, das einen monumentalen Charakter tragen soll, und zwar ganz besonders dann, wenn die Aufgabe dadurch erschwert wird, daß die Mittel dafür in engen Grenzen gehalten sind. Da die Bausumme im vorliegenden Falle K 1.000.000 und hienach das Honorar für eine im Maßstabe von 1:200 zu haltende Skizze K 4000 beträgt, wären zur Verteilung in drei Preise mindestens K 8000 erforderlich, wozu noch die Kosten des Preisgerichtes, der Veröffentlichung der Ausschreibung u. s. w. kommen würden. Wenn aber dem Landtage daran gelegen ist, Skizzen von drei bestimmten Architekten zu erhalten und auch anderen Architekten den Wettbewerb zugänglich zu machen, wie es in seinem Beschlusse ausgesprochen ist, dann unterläge es auch keinem Anstande, mit dem allgemeinen Wettbewerbe einen beschränkten insofern zu verbinden, als jenen Architekten, von denen man jedenfalls Skizzen zu erhalten wünscht, ein besonderes Honorar für ihre Arbeiten zugesichert wird, unbeschadet dessen, daß allen Architekten, die sich am Wettbewerbe beteiligen (also den besonders honorierten ebenso wie den nicht honorierten) die Erlangung eines Preises und des Auftrages zur Verfassung der Detailpläne offen steht, daß also dem Preisgerichte gegenüber alle anonym einzureichenden Skizzen gleichberechtigt erscheinen. Die Höhe der Preise wäre in diesem Falle geradeso wie im früheren Falle zu ermitteln, dagegen das Honorar der besonders eingeladenen Architekten mit diesen zu vereinbaren. In beiden besprochenen Fällen würde sich der Bauherr den Vorteil sichern, die von ihm gestellte Aufgabe in weiten Kreisen studiert zu sehen, während alle am Wettbewerbe sich beteiligenden Architekten für ihre geistige Leistung eine freie Bahn finden. Im letzteren Falle kann aber auch ein Verstoß gegen die Rechte der Architekten nicht darin erblickt werden, daß der Bauherr einzelne Architekten, deren Anteilnahme am Wettbewerbe er unbedingt wünscht, besonders honoriert, stünde es doch unbestritten in seinem Rechte, wenn er auf die Vorteile eines allgemeinen Wettbewerbes verzichten zu können glaubt,

*) Aus der Einleitung der Denkschrift geht hervor, daß dieser Wettbewerb nicht auf die Bukowinaer Architekten beschränkt gedacht ist.

nur einen oder wenige Architekten zur Vorlage von Skizzen heranzuziehen; andererseits ist es ganz untunlich, einem vom Bauherrn in irgend einer Art zur Vorlage von Skizzen eingeladenen Architekten die Freiheit zu verkümmern, die an ihn gelangte Einladung unter den ihm passend erscheinenden Bedingungen anzunehmen, es ist also auch unmöglich, einem Architekten zuzumuten, das ihm vom Bauherrn entgegengebrachte Vertrauen oder das ihm angebotene Honorar aus kollegialen Gründen abzulehnen; selbst die Vorlage eines Projektes bei Verzicht auf jedes Honorar wird im freien Ermessen des eingeladenen Architekten liegen, ebenso also auch die Annahme eines Honorars, das hinter der Honorarnorm zurückbleibt. Ganz anders würde freilich zu urteilen sein, wenn ein Architekt dem Bauherrn seine Arbeit dadurch empfehlen wollte, daß er selbst ein Anbot stellt, das geringer ist, als dasjenige, das der Bauherr freiwillig zugesteht oder dem Honorartarife entspricht, nur um dadurch Kollegen, die der Bauherr zur Vorlage von Plänen eingeladen hat oder heranzuziehen beabsichtigt, aus dem Felde zu schlagen; ein solches Vorgehen wäre nicht nur nicht kollegial, sondern würde auch vor dem Richterstuhle strenger Sittlichkeit nicht zu bestehen vermögen. Nicht zu übersehen ist ferner, daß in dem Falle, wenn der Bauherr nur wenige Architekten gegen Honorierung eines jeden einzelnen derselben zum Wettbewerbe einladet, es ganz und gar den eingeladenen Architekten überlassen bleiben muß, ihre Rechte bezüglich Gleichmäßigkeit der Behandlung ihrer Arbeiten und fachgemäßer Beurteilung derselben u. s. w. zu wahren. Eine ganz wesentliche Verschiebung der Verhältnisse tritt dagegen ein, wenn ein Bauherr auch die Arbeiten anderer als der besonders honorierten Architekten entgegen zu nehmen wünscht. In diesem Falle stehen einander nicht im vorhinein nur bestimmte Personen gegenüber, die vor Durchführung des Vertrages, den sie mit Übergabe, bzw. Übernahme des Auftrages mit einander schließen, alle Bedingungen des ersteren klarlegen können; diesen Vorteil genießen dann nur die besonders eingeladenen Architekten, während die übrigen Bewerber mit ihren Arbeiten ganz und gar dem guten Willen oder der Willkür überlassen bleiben, wenn der Bauherr als Vertragsanbieter nicht sofort bei Veranlassung des Wettbewerbes in den von ihm als Vertragsgrundlagen aufzustellenden Bedingungen für denselben der Architektenschaft die vollste Sicherheit für eine alle Rechte der Bewerber wahrende Durchführung des Wettbewerbes bietet. Wie die Verhältnisse zwischen dem Bauherrn und den bewerbenden Architekten bei einem Wettbewerbe zu ordnen sind, ist aus den vom Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereine aufgestellten Grundsätzen für das Verfahren bei Wettbewerben zu ersehen, die derart verfaßt sind, daß für die jeweilig vorkommenden Fälle ein genügender Spielraum bleibt; umsomehr müssen wir Gewicht darauf legen, daß die Architekten selbst sich nicht ohne dem Vorhandensein von klaren, dem Geiste jener Grundsätze entsprechenden Bedingungen, die der Bauherr für sich als bindend erklärt, in einen Wettbewerb einlassen, der ja unter allen Umständen ein Glücksspiel bleibt, aber der gesamten Architektenschaft die empfindlichste Enttäuschung bringen kann, wenn er ohne gesicherte Rechtsgrundlage eingeleitet und von den Architekten angenommen wird.

Wir können dem Zweifel nicht Raum geben, daß der Landtag der Bukowina bei nochmaliger eingehender Prüfung der Sachlage, einen Weg finden werde, um den von ihm gewünschten Wettbewerb in geregelte Bahnen zu leiten und, falls er einen allgemeinen Wettbewerb, wie er in einer der oben erwähnten Formen gewiß am empfehlenswertesten wäre, ablehnt, wenigstens für die freiwilligen Bewerber, die er erwartet (im Sinne der erwähnten Grundsätze Seite 4. B. „beschränkte Wettbewerbe“, drittes Alinea), besondere Preise oder Honorare bestimmt und ihnen zusichert, daß für die Wahl zur Ausführung zwischen ihnen und den eingeladenen Bewerbern kein Unterschied gemacht werden wird. Die nächste Vorbedingung dafür wäre die Einsetzung eines unseren Grundsätzen entsprechenden Preisgerichtes, dem die Erstattung von Vorschlägen für die weitere fachgemäße Einleitung des Wettbewerbes zu übertragen wäre.

Sollten wir uns in der Hoffnung auf eine solche Lösung der vorliegenden Wettbewerbangelegenheit täuschen, so bliebe uns nichts übrig, als die nicht besonders eingeladenen und honorierten Architekten ernstlich und dringendst zu warnen, sich an dem in Aussicht stehenden Skizzen-Wettbewerbe für das Landhaus in Czernowitz zu beteiligen.

Offene Stellen.

100. Bei der Lehrkanzel für höhere Geodäsie und sphärische Astronomie an der Technischen Hochschule in Wien gelangt eine Assistentenstelle mit einer Jahresremuneration von K 1400 zur Besetzung. Die Ernennung erfolgt auf zwei Jahre und kann bei zufriedenstellender Dienstleistung auf weitere zwei, bzw. vier Jahre verlängert werden. Gesuche mit dem Nachweise der zurückgelegten Studien sind bis 23. Dezember l. J. an das Rektorat dieser Hochschule zu richten.

101. Bei der Lehrkanzel für darstellende Geometrie und Baukunde an der Montanistischen Hochschule in Leoben kommt eine Assistentenstelle zur Besetzung. Die Anstellung erfolgt auf die Dauer von zwei Jahren mit einer jährlichen Remuneration von K 1400, welche im Falle weiterer Verwendung nach zweijähriger Dienstleistung auf K 1600 erhöht wird. Bewerber haben ihre Gesuche mit dem Nachweise der mit Erfolg abgelegten zweiten Staatsprüfung der Bauingenieurschule an einer inländischen Technischen Hochschule und eventuell der bisherigen Verwendung, sowie mit dem curriculum vitae bis 1. Jänner 1906 beim Rektorate dieser Hochschule einzureichen.

102. Die provisorische Stelle eines Eisenbahn-Ingenieurs gelangt bei dem Lokalbahnbaue der Gemeinden Mährisch-Ostau und Polnisch-Ostau zur Besetzung. Gesuche mit dem Nachweise der mit gutem Erfolge an einer Technischen Hochschule abgelegten beiden Staatsprüfungen und einer mehrjährigen Verwendung im Eisenbahnbaue, sowie mit der Angabe der Gehaltsansprüche sind bis 1. Jänner 1906 beim Stadtvorstande in Mährisch-Ostau einzureichen.

103. In der k. u. k. Kriegsmarine sind die Stellen eines Marinechemikers und eines Assistenten für Chemie neu zu besetzen. Erstere Stelle wird vorläufig durch einen Assistenten der IX. Rangsklasse mit einem Jahresgehalte von K 3600 sowie dem Quartiergelde und Möbelzins, dormalen K 1344, besetzt. Nach einjähriger zufriedenstellender Dienstleistung erfolgt die Vorrückung des Assistenten in die VIII. Rangsklasse mit dem Jahresgehalte von K 4600 und dem Quartiergelde samt Möbelzins von K 1772. Bewerber, welche die chemische Abteilung an einer Technischen Hochschule mit gutem Erfolge absolviert haben, eine längere praktische Verwendung an einer chemischen Anstalt und gründliche Kenntnis der Sprengmittelchemie nachweisen können, wollen ihre Gesuche bis 15. Jänner 1906 dem Reichs-Kriegsministerium (Marinesektion) einsenden. Die zweite Stelle eines provisorischen Assistenten für Chemie ist mit einem Jahresgehalte von K 2600 und dem Quartiergelde samt Möbelzins der X. Rangsklasse für Pola, dormalen K 812, verbunden. Dieser Assistent wird nach einjähriger Probepflichtzeit zum effektiven Assistenten für Chemie ernannt und rückt nach fünf Dienstjahren bei zufriedenstellender Dienstleistung von der X. in die IX. Rangsklasse mit einem Jahresgehalte von K 3600 und dem Quartiergelde samt Möbelzins von K 1344 vor. Bewerber, welche die chemische Abteilung einer Technischen Hochschule mit gutem Erfolge absolviert haben, wollen ihre Gesuche ebenfalls bis 15. Jänner 1906 bei der vorgenannten Behörde einreichen.

Vergebung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Der Gemeinderat von Brünn vergibt im Offertwege das erforderliche Pflastermaterial für das Jahr 1906. Anbote sind bis 20. Dezember l. J. beim dortigen Stadtbauamte einzureichen, bei welchem auch die näheren Lieferungsbedingungen eingesehen werden können.

2. Wegen Vergebung der Abgrabung des von Schelleingasse, Wiedenergürtel, Radeckgasse und Blechturmstraße begrenzten Baublockes bis zum Niveau der bezeichneten Straßen wird vom Magistrat Wien (Abteilung IV) am 21. Dezember l. J., vormittags 10 Uhr, eine öffentliche schriftliche Offertverhandlung abgehalten werden. Unternehmungslustige können die bezüglichen Pläne, Kostenanschläge und Bedingungen bei der genannten Abteilung einsehen.

3. Der Umbau der St. Laurentiikirche in Ronov a. D. im veranschlagtem Kostenbetrage von K 30.893.38 wird im Offertwege vergeben. Anbote sind bis 22. Dezember l. J., mittags 12 Uhr, beim dortigen Patronatsamte einzureichen, wo auch der genehmigte Kostenanschlag, Baupläne und Bedingungen eingesehen werden können. Vadium K 3100.

4. Der Magistrat Budapest vergibt im Offertwege die Herstellung verschiedener Bauarbeiten für ein zu erbauendes städtisches Zinshaus im veranschlagten Kostenbetrage von rund K 93.000. Anbote sind bis 29. Dezember l. J., vormittags 10 Uhr, bei der Magistratsabteilung VI einzureichen, woselbst nähere Auskünfte erteilt werden.

5. Anlässlich des Neubaus einer Pfarrkirche in Tüchern bei Cilli gelangen nachstehende Arbeiten und Lieferungen im Offertwege zur Vergebung: a) Erdarbeiten im Kostenbetrage von K 314.32; b) Maurerarbeiten im Kostenbetrage von K 71.883.78; c) Zimmermannsarbeiten im Kostenbetrage von K 5006.92; d) Spenglerarbeiten im Kostenbetrage von K 1540.40; e) Dachdeckerarbeiten im Kostenbetrage von K 4826.03; f) Tischlerarbeiten im Kostenbetrage von K 2194; g) Steinmetzarbeiten im Kostenbetrage von K 5320.35; h) diverse Arbeiten und Lieferungen im Kostenbetrage von K 6221.66; i) Gerüstholz und Aufsicht beim Neubau K 4167.68; Erhaltungsarbeiten an der Luciakapelle im Kostenbetrage von K 1000, Gesamtsumme K 102.475.34. Anbote sind bis

31. Dezember l. J. an das Baukomitee für den Bau der neuen Pfarrkirche in Tüchern zu richten. Pläne, Kostenanschlag und Bedingungen können bei der neuen Kaplanei in Tüchern eingesehen werden.

6. Vergebung von Straßenregulierungsarbeiten auf der Staatsstraße Temesvár-Szászsebes im veranschlagten Kostenbetrage von K 37.648-12. Die Offertverhandlung findet am 4. Jänner 1906, vormittags 11 Uhr, beim k. u. Staatsbauamte in Déva statt, bei welchem auch Pläne, Kostenanschläge und Bedingungen eingesehen werden können. Vadium 5%.

7. Die k. Domänenverwaltung in Arad vergibt im Offertwege den Bau von 30 Kolonistenhäusern, u. zw. 21 Kolonistenhäusern in Liget und 9 solchen in Andrásvölgy, im veranschlagten Gesamtkostenbetrage von K 69.484-20. Die Offertverhandlung findet am 9. Jänner 1906, vormittags 10 Uhr, bei der genannten Direktion statt, bei welcher auch Pläne, Kostenanschläge und Bedingungen eingesehen werden können. Vadium 5%.

8. Die k. Freistadt Eperjes vergibt im Offertwege den Bau der städtischen Wasserleitung im veranschlagten Kostenbetrage von K 347.817-83. Angebote sind bis 9. Jänner 1906, mittags 12 Uhr, beim städtischen Einreichungsprotokolle in Eperjes einzureichen. Pläne, Kostenanschlagsdrucksorten, technische Beschreibung und Bedingungen werden gegen Erlag von K 50 bei der dortigen Stadtkasse aus-
gefolgt.

Eingelangte Bücher.

10.541 Der Schiffswiderstand im begrenzten Fahrwasser und sein Einfluß auf die Größenverhältnisse der Schiffahrtskanäle. Von M. Graevell. 40. 14 S. Leipzig 1857.

10.542 Emploi des Filtres de Pierre Système Kurka breveté pour la Filtration en Grand. 40. 17 S. m. Abb. Paris 1900.

10.543 Die Verkehrshemmnisse auf der Donau. Von L. Itzeles. 80. 37 S. m. 5 Tab. Wien 1878.

10.544 Atlas der Urproduktion Österreichs. Von Dr. J. R. Lorenz v. Liburnau. Folio. 13 S. m. 35 Taf. Wien.

10.545 Niveau- und Situationspläne des Moldaunflusses der Strecke Neuhäuser-Hohenfurth. Folio.

10.546 Protokolle und Mitteilungen des Zentralvereins für Hebung der deutschen Fluß- und Kanalschifffahrt. 40. 1882-1894. Berlin.

10.547 A French and English Dictionary. By J. Wilson. 80. 1323 S. London 1863.

10.548 Moyens Destinés à Prévenir et à Éviter les Collisions en Mer 1868-1898. Par L. Somzée. 40. 36 S. m. 2 Taf. Bruxelles 1898.

Die Nr. 10.541-10.548 wurden der Bibliothek von Herrn Ing. J. Deutsch gespendet.

10.549 Die graphischen Künste. Von C. Kampmann. 80. 171 S. m. Abb. 2. Aufl. Leipzig 1905, Göschen (M - 80).

Geschäftliche Mitteilungen des Vereines.

TAGESORDNUNG

Z. 662 v. 1905.

der 7. (Geschäfts-)Versammlung der Tagung 1905/1906

Samstag den 16. Dezember 1905.

1. Beglaubigung des Protokolles der Geschäftsversammlung vom 4. November l. J.
2. Veränderungen im Stande der Mitglieder.
3. Mitteilungen des Vorsitzenden.
4. Wahl in den
 - a) ständigen Ausschuß für die bauliche Entwicklung Wiens,
 - b) ständigen Photographen-Ausschuß,
 - c) " Preisbewerbungs-Ausschuß,
 - d) " Reise-Ausschuß,
 - e) " Ausschuß für die Stellung der Techniker,
 - f) " Verwaltungsausschuß der Kaiser Franz Josef-Jubiläums-Stiftung,
 - g) " Vortrags-Ausschuß,
 - h) " Ausschuß für Wettbewerbsangelegenheiten,
 - i) " Zeitungs-Ausschuß und
 - k) Wahl-Ausschuß.

Hierauf Vortrag des Herrn Baurat W. Rubin: „Der Bau des Lateralkanales von Wraňan nach Hořin“; mit Vorführung von Lichtbildern.

Fachgruppe für Chemie.

Montag den 18. Dezember 1905.

1. Mitteilungen des Vorsitzenden.
2. Beschlußfassung über die Aufstellung einer chemischen Preisfrage.
3. Vortrag des Herrn Prof. Dpl. chem. Jos. Klaudy: „Einige Beiträge zur Frage der praktisch wichtigen chemischen Veränderungen im Beton durch Einflüsse der Umgebung“.

Fachgruppe für Architektur und Hochbau.

Dienstag den 19. Dezember 1905.

1. Mitteilungen des Vorsitzenden.
2. Vortrag des Herrn Architekt Friedrich Schön: „Über einige in den letzten Jahren von ihm ausgeführte Bauten“.

Fachgruppe der Berg- und Hüttenmänner.

Donnerstag den 21. Dezember 1905.

1. Mitteilungen des Vorsitzenden.
2. Vortrag des Herrn Bergdirektor Fr. Drobniak: „Abteufen der Andreas-Schächte in Brzeszcze mittels des Gefrierverfahrens“.

Z. 669 v. 1905.

XVI. Bekanntmachung der Vereinsleitung 1905.

Hiermit erlaube ich mir, darauf aufmerksam zu machen, daß nach § 6, Punkt c 1, der Satzungen die Mitgliedsbeiträge für das nächste Jahr am 1. Jänner 1906 fällig werden.

Zur Erleichterung unserer Geschäftsführung beehre ich mich, die Herren Vereinskollegen zur möglichst baldigen Entrichtung der Beiträge höflichst einzuladen.

Der Jahresbeitrag für in Wien wohnende Mitglieder beträgt K 32, für außerhalb Wien wohnende K 24.

Gleichzeitig erlaube ich mir, die Herren Vereinskollegen einzuladen, von den Bestimmungen, betreffend die Ablösung des Mitgliedsbeitrages, Gebrauch zu machen, welche lauten:

Mitglieder	Vereinsangehörigkeit		
	weniger als 25 Jahre (der 15fache Mitgliedsbeitrag)	25 bis 30 Jahre (der 10fache Mitgliedsbeitrag)	mehr als 30 Jahre (der 7½fache Mitgliedsbeitrag)
in Wien wohnend	K 480 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 60	K 320 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 40	K 240 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 30
außerhalb Wien wohnend	K 360 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 60	K 240 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 40	K 180 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 30

Wien, 11. Dezember 1905.

Der Vereins-Vorsteher:
Gerstel.

An die geehrten Abonnenten der „Zeitschrift“!

Wir ersuchen um baldige Erneuerung des Abonnements für das Jahr 1906, damit die Zusendung der „Zeitschrift“ keine Unterbrechung erleide. Die Bezugsbedingungen sind im Anzeigenblatte dieser Nummer angegeben.

Die Administration

der „Zeitschrift des Österr. Ing.- u. Archit.-Vereines“
Wien, I Eschenbachgasse 9.

Eigentum und Verlag des Vereines. — Verantwortlicher Redakteur: Konstantin Freih. v. Popp. — Druck von R. Spies & Co. in Wien.

ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINES.

Nr. 51.

Wien, Freitag den 22. Dezember 1905.

LVII. Jahrgang.

Alle Rechte vorbehalten.

Graphostatische Untersuchung des flachen Parabelgewölbes.

Von Ingenieur Dr. Josef Schreier.

In Nr. 1 der „Zeitschrift“ d. J.*) wurde das flache Parabelgewölbe auf rechnerischem Wege einer statischen Untersuchung unterzogen, und zwar unter der Voraussetzung, daß die reduzierte Belastungslinie durch eine Parabel ersetzt werden könne.

Ist letzteres nicht möglich, so empfiehlt sich nachfolgendes graphostatische Verfahren, welches bei Vermeidung der Konstruktion der Einflußlinien die zeichnerische Ermittlung der resultierenden Größen gestattet. Man gelangt zu diesem auf folgende Weise:

Bezeichnet (Abb. 1) l und f die Spannweite, bzw. Pfeilhöhe der Bogenmittellinie, d_s die Scheitelstärke des Gewölbes, ξ den Abstand der Vertikallast = 1 vom linken Kämpfermittelpunkt, dessen vertikal gemessener Abstand von der oberen Leibung δ ist, so findet man *) mit

$$k = \frac{1}{1 + 0.4 \left(\frac{\delta + d_s}{f} \right)^2} \quad \dots \quad 1)$$

die Gleichung der Einflußlinie für den Horizontalschub des Gewölbes

$$H = \frac{15}{4} \frac{k}{f l^3} \xi^2 (l - \xi)^2 \quad \dots \quad 2)$$

und jene für das Kämpfermoment links, bzw. rechts

$$M' = -\frac{1}{l^3} \xi (l - \xi)^2 \left\{ l - \frac{5}{2} k \xi \right\} \quad \dots \quad 3),$$

$$M'' = -\frac{1}{l^3} \xi^2 (l - \xi) \left\{ l - \frac{5}{2} k (l - \xi) \right\} \quad \dots \quad 4).$$

Ist das Gewölbe durch zwei in bezug auf die Mitte symmetrische Vertikallasten von der Größe = 1 beansprucht, deren jede vom nächsten Kämpfermittelpunkt den Abstand ξ hat, so ist hiebei der Horizontalschub

$$H_{\text{sym}} = \frac{15}{2} \frac{k}{f l^3} \xi^2 (l - \xi)^2 \quad \dots \quad 5)$$

und das beiderseitige Kämpfermoment

$$M_{\text{sym}} = M' + M'' = \frac{5}{l^3} k \xi^2 (l - \xi)^2 - \frac{1}{l} \xi (l - \xi) \quad \dots \quad 6);$$

denn die $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{links} \\ \text{rechts} \end{smallmatrix} \right\}$ stehende Last ruft am linken Kämpfer $\left\{ \begin{smallmatrix} M' \\ M'' \end{smallmatrix} \right\}$ und am rechten $\left\{ \begin{smallmatrix} M'' \\ M' \end{smallmatrix} \right\}$ hervor.

Setzt man in all diesen Ausdrücken

$$\frac{\xi (l - \xi)}{l} = z \quad \dots \quad 7),$$

so ergibt sich:

$$H = \frac{15}{4} \frac{k}{f l} z^2 \quad \dots \quad 8),$$

$$M' = \frac{5}{2} \frac{k}{l} z^2 - \frac{1}{l} (l - \xi) z \quad \dots \quad 9),$$

$$M'' = \frac{5}{2} \frac{k}{l} z^2 - \frac{1}{l} \xi z \quad \dots \quad 10),$$

$$H_{\text{sym}} = \frac{15}{2} \frac{k}{f l} z^2 \quad \dots \quad 11),$$

$$M_{\text{sym}} = \frac{5}{l} k z^2 - z \quad \dots \quad 12).$$

Bei Belastung der linken Gewölbehälfte mit den Kräften $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ entsteht laut Gleichung 8) bis 10) ein Horizontalschub

$$H_P = \frac{15}{4} \frac{k}{f l} \sum_1^n P z^2 \quad \dots \quad 13)$$

und ein Kämpfermoment links, bzw. rechts

$$M'_P = \frac{5}{2} \frac{k}{l} \sum_1^n P z^2 - \frac{1}{l} \sum_1^n P (l - \xi) z \quad \dots \quad 14),$$

$$M''_P = \frac{5}{2} \frac{k}{l} \sum_1^n P z^2 - \frac{1}{l} \sum_1^n P \xi z \quad \dots \quad 15).$$

Belastet man hiezu symmetrisch auch die rechte Gewölbehälfte, so erhält man nach Gleichung 11) und 12) den Horizontalschub

$$H_P = \frac{15}{2} \frac{k}{f l} \sum_1^n P z^2 \quad \dots \quad 16)$$

und das beiderseitige Kämpfermoment

$$M_P = \frac{5}{l} k \sum_1^n P z^2 - \sum_1^n P z \quad \dots \quad 17).$$

Die hierin vorkommenden Ausdrücke

$$\sum_1^n P z, \sum_1^n P z^2 \text{ und } \sum_1^n P \xi z$$

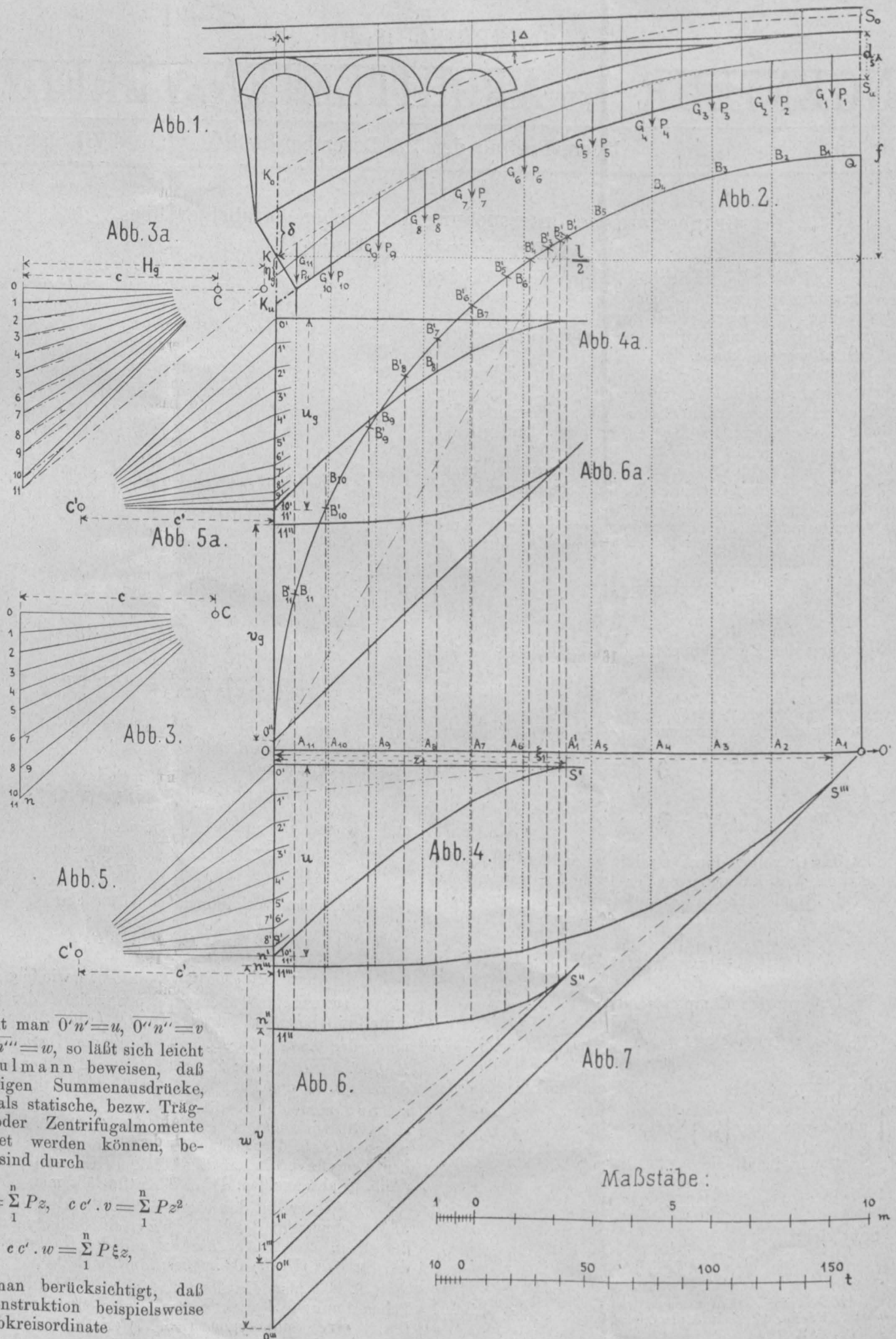
lassen sich graphisch ermitteln, wenn man, wie folgt, vorgeht:

Man errichtet über der Spannweite l der Gewölbe-mittellinie einen Halbkreis OQO' (Abb. 2), nimmt die unter den Lasten P_1, P_2, \dots, P_n liegenden Ordinaten $A_1B_1, A_2B_2, \dots, A_nB_n$ in den Zirkel, um vom Anfangspunkt O aus den Kreis in den Punkten B'_1, B'_2, \dots, B'_n zu schneiden, woselbst man die Kräfte P_1, P_2, \dots, P_n des Kräfteplanes (Abb. 3) wirken läßt und mit der Poldistanz c ein Seilpolygon (Abb. 4) zeichnet, dessen verlängerte Seiten auf der Kämpfervertikalen die Strecken (Kräfte) $0', 1', 2', \dots, n'$ (Abb. 5) abschneiden. Diese Kräfte läßt man

1. wieder in den bezüglichen Punkten B' angreifen und zeichnet mit der Poldistanz c' ein Seilpolygon (Abb. 6) derselben, dessen Außenseiten auf der Kämpfervertikalen die Strecke (Kraft) $0'' n''$ bestimmt, und

2. läßt man dieselben Kräfte (Abb. 5) in den bezüglichen Punkten A wirken, wobei man ebenso den Abschnitt $0''' n'''$ eines Seilpolygons (Abb. 7) erhält.

*) „Zur statischen Untersuchung von flachen Gewölben“. Von Dr. Josef Schreier, „Zeitschrift des Österr. Ing.- und Arch.-Vereines“ 1905, Nr. 1, S. 2.



Nennt man $\overline{O'n'} = u$, $\overline{O''n''} = v$ und $\overline{O'''n'''} = w$, so läßt sich leicht nach Culmann beweisen, daß die obigen Summenausdrücke, welche als statische, bzw. Trägheits- oder Zentrifugalmomente betrachtet werden können, bestimmt sind durch

$$c \cdot u = \sum_1^n Pz, \quad c' \cdot v = \sum_1^n Pz^2$$

$$\text{und } c' \cdot w = \sum_1^n P\xi z,$$

wenn man berücksichtigt, daß laut Konstruktion beispielsweise die Halbkreisordinate

$$\overline{A_1 B_1} = \sqrt{\xi_1 (l - \xi_1)},$$

die bezügliche Sehne

$$\overline{O B_1} = \overline{A_1 B_1}$$

und deren Projektion

$$\overline{O A_1} = \frac{\overline{O B_1}^2}{\overline{O O'}} = \frac{\overline{A_1 B_1}^2}{\overline{O O'}} = \frac{\xi_1 (l - \xi_1)}{l} = z_1,$$

und daß in Abb. 3 bis 7 wegen

$$\Delta C O 1 \sim S' O' 1',$$

$$\Delta C' O' 1' \sim S'' O'' 1'',$$

$$\Delta C' O' 1' \sim S''' O''' 1''',$$

$$\overline{O' 1'} = \frac{\overline{O 1} \cdot z_1}{c} = \frac{P_1 z_1}{c},$$

$$\overline{O'' 1''} = \frac{\overline{O' 1'} \cdot z_1}{c'} = \frac{P_1 z_1^2}{c c'},$$

$$\overline{O''' 1'''} = \frac{\overline{O' 1'} \cdot \xi_1}{c'} = \frac{P_1 \xi_1 z_1}{c c'},$$

was für alle Seileckabschnitte ähnlich gilt, so daß deren Summen, entsprechend obiger Behauptung, sich darstellen durch:

$$\overline{O' n'} = u = \frac{\sum P z}{c}, \quad \overline{O'' n''} = v = \frac{\sum P z^2}{c c'}$$

und

$$\overline{O''' n'''} = w = \frac{\sum P \xi z}{c c'}.$$

Man findet also laut Gleichung 16) und 17)

$$H_P = \frac{15}{2} \frac{k}{f l} c c' \cdot v \quad \dots \quad 18),$$

$$M_P = \frac{5 k}{l} c c' \cdot v - c \cdot u \quad \dots \quad 19)$$

und aus Gleichung 13), 14) und 15):

$$H'_P = \frac{15}{4} \frac{k}{f l} c c' \cdot v \quad \dots \quad 20),$$

$$M'_P = M_P - M''_P \quad \dots \quad 21),$$

$$M''_P = \frac{5}{2} \frac{k}{l} c c' \cdot v - \frac{1}{l} c c' \cdot w \quad \dots \quad 22).$$

Setzt man mit Gleichung 1)

$$k = \frac{1}{1 + 0.4 \left(\frac{\delta + d_s}{f} \right)^2} \quad \dots \quad \text{I),}$$

$$\frac{k}{0.4 l} c c' \cdot v = Z_P \quad \dots \quad \text{II),}$$

so ist bei totaler, also symmetrischer Belastung der Horizontalschub

$$H_P = \frac{3}{f} Z_P \quad \dots \quad \text{III)}$$

und das beiderseitige Kämpfermoment

$$M_P = 2 Z_P - c \cdot u \quad \dots \quad \text{IV),}$$

ferner bei bloßer Belastung der linken Gewölbehälfte der Horizontalschub

$$H'_P = \frac{H_P}{2} \quad \dots \quad \text{V)}$$

und das rechtsseitige, bzw. linksseitige Kämpfermoment

$$M''_P = Z_P - \frac{c c'}{l} w \quad \dots \quad \text{VI),}$$

$$M'_P = M_P - M''_P \quad \dots \quad \text{VII).}$$

Bei Gewölben genügt die Ermittlung der Einflüsse der symmetrischen Wirkungen des Eigengewichtes und der totalen gleichförmigen Belastung — was die Anwendung der Gleichungen I) bis IV) erlaubt — und die der gleichförmigen Belastung einer Gewölbehälfte, wozu die Gleichungen V) bis VII) dienen.

Die Verwendung der angegebenen Seilpolygone und Gleichungen zur Ermittlung der Einflüsse der mobilen Belastung kann unterbleiben, wenn sich letztere auf dem Gewölbe stetig verteilt (in welchem Falle überhaupt das rechnerische Verfahren der „Zeitschrift“, Nr. 1 l. J., geeigneter ist) oder wenn dies nur annäherungsweise stattfindet, indem gegen die Kämpfer zu einige Pfeiler — deren größter gegenseitiger Abstand etwa ein Zehntel der Gewölbespannweite betragen darf*) — die Last auf das Gewölbe örtlich übertragen.

Man findet dann direkt den durch gleichförmige Totalbelastung von p^{t/m^2} hervorgerufenen Horizontalschub für die Breite = 1 des Gewölbes

$$H_P = \frac{15}{4} \frac{k}{f l^3} p \int_0^l \xi^2 (l - \xi)^2 d\xi = \frac{p l^2 k}{8 f} \quad \dots \quad \text{III'}$$

und das beiderseitige Kämpfermoment

$$M_P = - \frac{p}{l^3} \int_0^l \xi^2 (l - \xi) \left[l - \frac{5}{2} k (l - \xi) \right] d\xi = \frac{p l^2}{12} (k - 1) \quad \text{IV'),}$$

während bei gleichförmiger Belastung der linken Gewölbehälfte ein Horizontalschub

$$H'_P = \frac{H_P}{2} = \frac{p l^2 k}{16 f} \quad \dots \quad \text{V'}$$

und ein Kämpfermoment rechts, bzw. links entsteht

$$M''_P = - \frac{p}{l^3} \int_0^l \xi^2 (l - \xi) \left[l - \frac{5}{2} k (l - \xi) \right] d\xi = \left\{ \begin{array}{l} \dots \end{array} \right. \quad \text{VI'),}$$

$$= \frac{p l^2}{192} (8 k - 5)$$

$$M'_P = M_P - M''_P = \frac{p l^2}{192} (8 k - 11) \quad \dots \quad \text{VII').}$$

Die im Kämpfermittelpunkte auftretende Vertikal-komponente des Kämpferdruckes ist bei Berücksichtigung der Eigenlast gleich deren Hälfte. Bei totaler Belastung mit p^{t/m^2} ist die Zunahme derselben

$$A_P = \frac{p}{2} (l - 2 \lambda) \quad \dots \quad \text{IX),}$$

wenn gegebenenfalls unter λ (Abb. 1) eine Strecke oberhalb des Kämpfers verstanden wird, deren Belastung bereits zu der des Widerlagers gerechnet wird.

Bei linksseitiger Belastung mit p^{t/m^2} ergibt sich der rechtsseitige Vertikaldruck A''_P aus der Momentengleichung bezüglich des linken Kämpfermittelpunktes:

$$M'_P = M''_P + A''_P l - \sum_1^n P \xi,$$

woraus wegen

*) Die hiedurch begangene Vernachlässigung beträgt etwa 10%.

$$\sum_1^n P \xi = p \int_{\lambda}^{\frac{l}{2}} d\xi = \frac{p}{8} (l^2 - 4\lambda^2)$$

und laut Gleichung VI') und VII')

$$M_p' - M_p'' = -\frac{p l^2}{32},$$

$$A_p'' = \frac{p l}{2} \left[\frac{3}{16} - \left(\frac{\lambda}{l} \right)^2 \right] \dots \dots \dots \text{X)}$$

Am linken Kämpfer wirkt

$$A_p' = A_p - A_p'' \dots \dots \dots \text{XI)}$$

Sind die Gesamteinflüsse von Eigengewicht und mobiler Belastung der Horizontalschub H und das Kämpfermoment M , so schneidet der bezügliche Kämpferdruck die Kämpfervertikale im Abstand

$$\eta = \frac{M}{H} \dots \dots \dots \text{XII)}$$

oberhalb der Kämpfermitte.

*

Im folgenden sei als Beispiel ein flaches Parabelgewölbe (Abb. 1), dessen Mittellinie eine Spannweite $l = 30 \text{ m}$ und eine Pfeilhöhe $f = 5 \text{ m}$ aufweist, einer statischen Untersuchung unterzogen, wenn dessen Scheitelstärke $d_s = 1.20 \text{ m}$ beträgt und dessen Kämpfermitte den Vertikalabstand $\delta = 1.20 \text{ m}$ von der oberen Laibung hat.

Nach Zerlegung des Gewölbes in Laststreifen vom Gewichte G_1, G_2, \dots, G_{11} (Kräfteplan Abb. 3a) und Konstruktion eines Halbkreises OQO' über der Spannweite l der Bogenmittellinie (Abb. 2) nimmt man die unter den Lasten gelegenen (in Abb. 2 punktierten) Ordinaten \overline{AB} in den Zirkel und schneidet mit diesen Spannweiten den Kreisbogen von O aus in den Punkten B' , läßt daselbst die bezüglichen Kräfte G angreifen und zeichnet zum Kräfteplan Abb. 3a mit der Poldistanz z. B. $c = 5 \text{ m}$ ein Seilpolygon (Abb. 4a), dessen verlängerte Seiten auf der Kämpfervertikalen den Kräfteplan $O', 1', 2', \dots, 11'$ (Abb. 5a) mit der Poldistanz z. B. $c' = 5 \text{ m}$ bestimmen. Das Seilpolygon (Abb. 6a) dieser in B' wirkenden Kräfte (Abb. 5a) schneidet auf der Kämpfervertikalen die Kräfte $0'' 11'' = 87.0 \text{ t} = v_g$ ab, während $0' 11' = 75.5 \text{ t} = u_g$.

Es ergibt sich demnach für das Eigengewicht des Gewölbes laut Gleichung I) und II)

$$k = \frac{1}{1 + 0.4 \left(\frac{1.2 + 1.2}{5} \right)^2} = 0.916,$$

$$Z_g = \frac{0.916 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 87}{0.4 \cdot 30} = 1.91 \cdot 87 = 166.2 \text{ t},$$

somit der Horizontalschub aus Gleichung III)

$$H_g = \frac{3}{5} 166.2 = 99.7 \text{ t},$$

ferner entsprechend der Gleichung IV) das beiderseitige Kämpfermoment

$$M_g = 2 \cdot 166.2 - 5 \cdot 75.5 = -45.1 \text{ mt},$$

so daß laut Gleichung XII) der Horizontalschub die Kämpfervertikale im Abstände

$$\eta_g = -\frac{45.1}{99.7} = -0.45 \text{ m}$$

oberhalb der Kämpfermitte schneidet.

Der vertikale Kämpferdruck ist (Abb. 3a)

$$A_g = \sum_1^n G = 0.11 = 81.1 \text{ t}.$$

Bei Belastung mit $p = 0.51 \text{ t/m}^2$ ergeben sich in Gleichung III') bis VII')

$$H_p = \frac{0.51 \cdot 30^2 \cdot 0.916}{8.5} = 10.5 \text{ t},$$

$$H_p' = \frac{10.5}{2} = 5.3 \text{ t},$$

$$M_p = \frac{0.51 \cdot 30^2}{12} (0.916 - 1) = -3.2 \text{ mt},$$

$$M_p'' = \frac{0.51 \cdot 30^2}{192} (8 \cdot 0.916 - 5) = 5.6 \text{ mt},$$

$$M_p' = -3.2 - 5.6 = -8.8 \text{ mt}.$$

*

Sind in einem anderen Falle*) die sich auf das Gewölbe stützenden Pfeiler in größerer gegenseitiger Entfernung als zirka $\frac{l}{10}$ oder auch etwa über dem Mittelteil

des Gewölbes angeordnet, dann ist es angezeigt, die durch die Pfeiler sich übertragenden mobilen Belastungen als Einzelkräfte graphisch — wie zuvor angegeben — zu behandeln, wobei aus Konstruktionsrücksichten eine m -fache (z. B. 10-fache) Belastung angenommen wird und die so erhaltenen Einflüsse demgemäß schließlich m -fach zu verkleinern sind.

Man zeichnet also zum Kräfteplane (Abb. 3) der m - (z. B. 10-)fachen mobilen Gewölbestreifenbelastungen wie zuvor für G das Seilpolygon $0' S' 11'$ (Abb. 4) der in B' angreifenden Kräfte, welches den Kräfteplan (Abb. 5) mit der Poldistanz c' bestimmt, und zu diesem Kräfteplan

1. ein Seilpolygon $0'' S'' 11''$ (Abb. 6) der abermals in B' wirkenden Kräfte, ferner

2. ein Seilpolygon $0''' S''' 11'''$ der durch die Punkte A gehenden Kräfte (Abb. 7) — wobei man die parallelen Seiten beider Seilpolygone unmittelbar nacheinander ziehen kann — was die Abschnitte (Kräfte) $0' 11' = u = 77.4 \text{ t}$, $0'' 11'' = v = 93.0 \text{ t}$ und $0''' 11''' = w = 145.4 \text{ t}$ liefert.

Es ist also laut Gleichung II)

$$Z_p = \frac{0.916}{0.4 \cdot 30} 5 \cdot 5 \cdot 93.0 = 1.91 \cdot 93.0 = 177.6 \text{ t}$$

und nach $m = 10$ -facher Verkleinerung wegen Gleichung III) bis VII):

$$H_p = \frac{1}{10} \cdot \frac{3}{5} 177.6 = 10.6 \text{ t},$$

$$M_p = \frac{1}{10} (2 \cdot 177.6 - 5 \cdot 77.4) = -3.2 \text{ mt},$$

$$H_p' = \frac{10.6}{2} = 5.3 \text{ t},$$

$$M_p'' = \frac{1}{10} \left(177.6 - \frac{5 \cdot 5}{30} 145.4 \right) = 5.6 \text{ mt},$$

$$M_p' = -3.2 - 5.6 = -8.8 \text{ mt},$$

mit welchen Werten die zuvor aus Gleichung III') bis VII') berechneten Größen genügend übereinstimmen.

*

Entsprechend Gleichung IX), X) und XI) ist

$$A_p = \frac{0.51}{2} (30 - 2 \cdot 0.2) = 7.5 \text{ t},$$

$$A_p'' = \frac{0.51 \cdot 30}{2} \left[\frac{3}{16} - \left(\frac{0.2}{30} \right)^2 \right] = 1.4 \text{ t},$$

$$A_p' = 7.5 - 1.4 = 6.1 \text{ t}.$$

*) Vollständigkeitshalber wird auch obiges Beispiel diesem Verfahren unterzogen.

Für totale Belastung ergibt sich also

$$\begin{aligned} H_{\text{tot}} &= H_g + H_p = 99.7 + 10.6 = 110.3^t, \\ M_{\text{tot}} &= M_g + M_p = -45.1 - 3.2 = -48.3^{mt}, \\ \eta_{\text{tot}} &= \frac{M_{\text{tot}}}{H_{\text{tot}}} = \frac{-48.3}{110.3} = -0.44^m, \\ A_{\text{tot}} &= A_g + A_p = 81.1 + 7.5 = 88.6^t, \end{aligned}$$

für Belastung der linken Gewölbehälfte

$$H_{\text{part}} = H_g + H_p = 99.7 + 5.3 = 105.0^t,$$

und zwar am linken Kämpfer

$$\begin{aligned} M'_{\text{part}} &= M_g + M_p = -45.1 - 8.8 = -53.9^{mt}, \\ \eta'_{\text{part}} &= \frac{M'_{\text{part}}}{H_{\text{part}}} = \frac{-53.9}{105.0} = -0.51^m, \\ A'_{\text{part}} &= A_g + A_p = 81.1 + 6.1 = 87.2^t; \end{aligned}$$

am rechten Kämpfer

$$\begin{aligned} M''_{\text{part}} &= M_g + M_p = -45.1 + 5.6 = -39.5^{mt}, \\ \eta''_{\text{part}} &= \frac{M''_{\text{part}}}{H_{\text{part}}} = \frac{-39.5}{105} = -0.38^m, \\ A''_{\text{part}} &= A_g + A_p = 81.1 + 1.4 = 82.5^t. \end{aligned}$$

* * *

Ein Annäherungsverfahren und eine Kontrolle erfolgt durch Verteilung der örtlichen Pfeilerlasten, auf deren benachbarte Gewölbelamellen mittels reduzierter Belastungsflächen und Ersetzung des so ermittelten Begrenzungspolygons durch eine flächenausgleichende Kurve $S_0 K_0$ (Abb. 1), welche die Gewölbesymmetrale in S_0 und die Kämpfervertikale in K_0 schneidet, während die entsprechenden Schnittpunkte der unteren Laibung S_u und K_u sind.

Wenn γ das spezifische Gewicht des Wölbmaterials, $S_0 S_u + \Delta = h$ — wobei Δ die Stärke der eventuell vorhand-

enen Spanndrillgewölbe oder Deckelplatten ist — und $\bar{K}_0 \bar{K}_u = h_k$, erhält man:

1. für Eigengewicht mit $\varepsilon = \beta = \vartheta = 0$,
ferner bei hinzutretender gleichförmiger Belastung von p^{t/m^2} ,
und zwar

2. des ganzen Gewölbes mit $\varepsilon = \beta = \vartheta = 1$,
3. der linken Gewölbehälfte mit

$$\varepsilon = \frac{1}{2}, \left\{ \begin{array}{l} \beta = \frac{11}{16}, \vartheta = \frac{13}{16} \text{ (linker Kämpfer)} \\ \beta = \frac{5}{16}, \vartheta = \frac{3}{16} \text{ (rechter Kämpfer)} \end{array} \right\};$$

$$a = \frac{h_k}{h} - 1, b = \frac{p}{\gamma h}, c = \frac{a}{7} + \varepsilon b + 1$$

und hiemit als resultierenden Horizontalschub

$$H = \frac{\gamma h l^2}{8} \frac{ck}{f},$$

dessen Höhe über Kämpfermitte, in welcher vertikal

$$A = \frac{\gamma h l}{2} \left(\frac{a}{3} + \vartheta b + 1 \right)$$

wirkt,

$$\eta = -\frac{2}{3} \frac{f}{ck} \left(\frac{a}{5} + \beta b - ck + 1 \right)$$

ist.

Angewandt auf obiges Beispiel erhält man nacheinander mit $\gamma = 2.4^{t/m^3}$, $p = 0.51^{t/m^2}$, $h = 1.75^m$ und $h_k = 3.30^m$:
 $a = 0.88$, $b = 0.12$, $c = 1.13, 1.25, 1.19$, $H = 98.3^t, 108.7^t, 103.0^t$,

$$A = 81.3^t, 88.8^t, \left\{ \begin{array}{l} 87.6^t \\ 82.5^t \end{array} \right\},$$

$$\eta = -0.45^m, -0.43^m, \left\{ \begin{array}{l} -0.53^m \\ -0.36^m \end{array} \right\},$$

was mit den graphischen Resultaten hinreichend übereinstimmt.

Wien, im Februar 1905.

Schlagbiegeproben an eingekerbten Stäben.

Von Oberstleutnant C. J. Snyders und Hauptmann P. A. M. Hackstroh des Geniestabes der niederländischen Armee.

(„De Ingenieur“ Nr. 35 v. 1903 mit gefälliger Erlaubnis der Redaktion und der Verfasser auszugsweise entnommen.)

Abschnitt I. Veranlassung zur Untersuchung.

In einer in der Zeitschrift des Königlichen Institutes der niederländischen Ingenieure, Jahrgang 1901—1902, erschienenen Abhandlung beschreibt Herr Schroeder van der Kolk, Reichs-Ingenieur der niederländischen Eisenbahnen, eine neue Untersuchungsmethode des Eisens und des Stahls und knüpft an diese Beschreibung einige interessante Betrachtungen über diese Methode selbst. Hienach nimmt jetzt die Meinung überhand, daß die Zerreiß- und Biegungsversuche in ihrer bisherigen Anwendung keineswegs zuverlässige Mittel darbieten zur Erprobung des Stahls, indem dieselben die Sprödigkeit dieses Metalles entweder nicht oder nicht in genügender Weise ins Licht stellen. Als neues Erprobungsmittel empfiehlt Herr J. Schroeder van der Kolk das Vornehmen von Bruchversuchen mit eingekerbten Stäben und äußert sich darüber u. a. in genannter Abhandlung (S. 177) folgendermaßen:

„Trotz allen diesen Meinungsverschiedenheiten ist aber dieses eine festgestellt worden, daß die Versuche mit eingekerbten Stäben, in welcher Weise auch vorgenommen, uns eine ganz andere Beschaffenheit des Metalles vorführen wie diejenige, welche aus der Zerreißprobe gefolgert werden kann“;

und etwas weiter:

„Barba, Charpy, Frémont und Brinell sind demnach sämtlich der Meinung, daß diese neue Prüfungsmethode möglichst schnell in Anwendung kommen sollte; Charpy und Frémont haben sogar Vorschriften für diese Erprobungsweise zusammengestellt.“

Gelegentlich des Budapester Kongresses im September 1901 wurden denn auch seitens des Internationalen Verbandes für die

Materialprüfungen der Technik nachgenannte Flugschriften behufs Empfehlung jener Schlagbiegeproben mit eingekerbten Stäben veröffentlicht:

1. Essais de fragilité au choc sur barreaux entaillés. Par M. H. le Chatelier;

2. Note sur l'essai des métaux à la flexion par choc de barreaux entaillés. Par M. G. Charpy;

3. Essai des métaux par pliage de barrettes entaillées. Par M. Ch. Frémont;

4. Observations sur l'emploi des méthodes d'essai par choc pour la détermination de la fragilité des matériaux. Présentées par M. Fer-rand Huillier.

Außerdem erschien noch die folgende Flugschrift:

5. Note sur l'essai au choc des métaux employés dans la construction du matériel roulant de chemin de fer. Présentée par M. E. Van der hey m.

Infolge dieser Anregungen wurde in den vom niederländischen Kriegsminister mit der Skodawerke-Aktiengesellschaft in Pilsen 1902 abgeschlossenen Verträge über eine Lieferung von in Formen gegossenen und nachher ausgeglühten Flußeisernen Deckplatten für Beobachtungsstände nachstehende Vorschrift aufgenommen:

„Außer den obenerwähnten Probestäben (zu Zug- und Biegeproben) verpflichtet sich die Aktiengesellschaft, dem Abnahmeoffizier noch acht Probestäbe, welche näher anzudeutenden Deckplatten zu entnehmen sind und von ihm gekennzeichnet werden müssen, zur Verfügung zu stellen. Die mit jenen Probestäben ohne Beteiligung der Aktiengesellschaft vorzunehmenden Versuche werden die Entscheidung über die Abnahme der Deckplatten nicht beeinflussen“.

Jene Vorschrift bezweckte, sich die Verfügung zu sichern über Material von auch in Bezug auf Zähigkeit bekannter Beschaffenheit zu Schlagproben mit eingekerbten Stäben sowie zu Biegeproben mit durchlochten Streifen, ein Verfahren von Considère zur Bestimmung der Sprödigkeit empfohlen und von André le Chatelier in die Lieferungsbedingungen der französischen Marine aufgenommen. Die Proben wurden jedoch weniger zu dem Zwecke vorgenommen, die Sprödigkeit oder Zähigkeit des Materiales festzustellen. Zunächst war ja schon aus den Ergebnissen der Schießversuche auf von jenem Materiale angefertigte Panzerplatten bekannt, daß es als zäh anzusehen sei; sodann ist die Erfahrung von bisherigen Schlagproben mit eingekerbten Stäben noch nicht so geartet, daß sich aus den Ergebnissen jener Schlagproben mit Bestimmtheit auf die Sprödigkeit oder Zähigkeit des Materiales schließen ließe.

In Betreff des letzten Punktes wird auf die Mitteilung der Herren W. Feninga, Direktor der Droogdokmaatschapp, W. H. Martin, Ober-Ingenieur der Königl. Aktiengesellschaft „De Schelde“ zu Vlissingen und J. H. Beucker Andraae, Oberst der Marine a. D. in ihrem Berichte über die Ursache einiger Kesselschäden auf den Dampfern der Königl. Paketfahrt-Gesellschaft verwiesen („De Ingenieur“ 1903, S. 172), worin es heißt:

„Auf dem Gebiete der neuen Prüfungsmethode nach Frémont ist unserer Ansicht nach die Erfahrung noch eine unreife.“

Auch Herr H. le Chatelier bemerkt auf Seite 6 seiner oben-erwähnten Flugschrift folgendes:

„On a encore le droit de ne pas considérer l'essai de fragilité au-dessus de toute discussion“;

und auf Seite 5:

„Autrement dit, il faut établir que la fragilité pratique dans l'emploi des métaux et la fragilité telle qu'elle est définie par les essais sur barreaux entaillés sont bien une seule et même propriété. En employant un même mot on affirme a priori cette identité, mais la question est trop importante pour que l'on puisse se contenter d'une simple affirmation. Sur ce point malheureusement il n'a pas encore été publié d'études d'ensemble assez complètes pour entraîner sans discussion la conviction de tous. Les ingénieurs, qui se sont occupés jusqu'ici de ce mode d'essai étaient trop convaincus de ses avantages pour s'arrêter longtemps à les discuter.“

Die mit dem Materiale der von den Skodawerken gelieferten Deckplatten vorgenommenen Schlagproben mit eingekerbten Stäben und Biegeproben mit durchlochten Platten bezweckten, diese Probeergebnisse auf ihren Wert bei praktischer Verwendung zu prüfen, wozu die Möglichkeit vorlag, indem es sich im gegebenen Falle um ein Material von anerkannter Zähigkeit handelte.

Des ferneren würden die durch jene Proben festzustellenden Ergebnisse vorkommendenfalls ihre Nutzanwendung finden können bei der Beurteilung des Zähigkeitsgrades des Materiales einer gewissen Lieferung mittels Laboratoriumsproben, nicht nur bei etwaigen später noch vorzunehmenden Verwendungen zu Panzerkonstruktionen, sondern auch zu sonstigen verschiedenartigen Zwecken im Militärbaufache, wie es sich denn dazu ganz besonders eignet wegen der dem Materiale innewohnenden Eigenschaft alle gewünschte Formen annehmen zu können. Schließlich könnten jene Versuche Daten liefern zur vergleichenden Beurteilung der Sprödigkeit anderer Eisensorten; zu diesem Zwecke sind denn auch dergleichen Versuche vorgenommen worden mit von gewalzten flußeisernen und von gewalzten nickelstählernen Platten sowie von stählernen Eisenbahnschienen herrührendem Materiale. Obgleich es mehrere Vorrichtungen zum Vornehmen von Schlagbiegeproben mit eingekerbten Stäben gibt, wurde hier Frémonts Fallhammer zu Schlagproben gewählt, weil dieser in der Koning- und Bienfaitschen Prüfungsanstalt für Baumaterialien in Amsterdam vorhanden war.

Abschnitt II. Eigenschaften der den Schlagproben mit eingekerbten Stäben unterworfenen Materialien.

Vorhin wurde schon erwähnt, daß auch mit anderem als dem von gegossenen flußeisernen Deckplatten herrührenden Materiale

Proben vorgenommen worden sind. Somit umfaßte die ganze Untersuchung:

A. Schlagproben mit eingekerbten und nicht eingekerbten Stäben von gegossenem Flußeisen, gewalztem Flußeisen, gewalztem Nickelstahl und von stählernen Eisenbahnschienen.

B. Biegeproben mit durchlochten Platten von gegossenem Flußeisen und von gewalztem Nickelstahl.

Außerdem Zerreißproben mit sämtlichen Materialien und Bestimmung der chemischen Zusammensetzung des gegossenen Flußeisens.

Hinsichtlich des gegossenen Flußeisens finde hier folgendes Erwähnung.

Bei den vielen im Auslande durchgeführten Schießversuchen, welche doch ohne Zweifel die Widerstandsfähigkeit des Materiales gegen plötzlich hervortretende Kräfte (Erschütterungen und Stöße) erwiesen haben, hat das gegossene Flußeisen der Skodawerke gut ausgehalten, so wie es sich unbedingt gezeigt hat, daß dieses in Formen gegossene Material durchaus nicht als spröde anzusehen ist. Ein Material, welches sogar nach mehrfach erlittener Beschießung — wobei mit jedem Treffer auf eine verhältnismäßig kleine Fläche plötzlich eine bedeutende lebendige Kraft in der Form eines Stoßes aufgenommen wird — nur Eindrücke und keine Risse bekommen hat, berechtigt aus guten Gründen zu der Annahme seiner Zähigkeit. Offenbar schlägt auch Frémont den Wert einer Beschießungsprobe als ein Mittel zur Beurteilung des Sprödigkeitsgrades eines Metalles hoch an (vergl. S. 12 seiner Abschnitt I erwähnten Flugschrift).

Das obengenannten Schlag- und Biegeproben ausgesetzte gegossene Flußeisen hatte eine durchschnittliche Zugfestigkeit von 36.7 kg/mm^2 des ursprünglichen Querschnittes, eine durchschnittliche Dehnung von $28\frac{1}{2}\%$ (auf 200 mm Versuchslänge bezogen), eine Elastizitätsgrenze von zirka 18 kg/mm^2 und eine durchschnittliche Kontraktion von 49% aufzuweisen, während sich als seine chemische Zusammensetzung ergab: $0.12-0.18\%$ C., $0.045-0.05\%$ P., $0.015-0.045\%$ S., $0.105-0.16\%$ Si. und $0.29-0.42\%$ Mn.

Bei kalten Biegeproben konnten Stäbe von 25 mm Länge aus den Platten genommen um 180° gebogen werden, bis die Schenkel sich berührten und die Maximalentfernung in deren Bucht sich nur auf 2 mm belief, ohne daß hiebei auch nur die geringste Neigung zur Ribbildung hervorgetreten wäre.

Auch als der 10 kg schwere Fallbär der Frémontschen Fallhammervorrichtung aus einer Höhe von 4 m auf die Mitte der 30 mm langen, 8–18 mm breiten und 7–8 mm hohen Probestäbchen aus diesem Materiale niederging, zeigten sie weder Bruch noch Rib.

Bei den bereits erwähnten von Considère und André le Chatelier zur Bestimmung der Sprödigkeit des Eisens empfohlenen Biegeproben an durchlochten Streifen (S. 171 und Nachtrag zur Schroeder van der Kolk'schen Abhandlung) waren bei solchen Streifen, aus dem Materiale der gegossenen flußeisernen Deckplatten hergestellt, unter einem Biegungswinkel von 90° keine und bei einem von 180° nur sehr kleine Risse ersichtlich.

Von André le Chatelier wird bei dieser Prüfungsweise als Bedingung für die Zähigkeit gestellt, daß bei einer Biegung von 90° die Risse, welche etwa um das Loch sich zeigen sollten, sich nicht bis an die Kante des gebogenen Streifens ausdehnen dürfen. Herr Schroeder van der Kolk rühmt S. 171 seiner Abhandlung das Zweckmäßige dieser Prüfungsweise, von der er sich überzeugt hat. Die Streifen des gegossenen Flußeisens bestanden demnach diese Prüfungsweise mehr als genügend.

Alles Obenstehende berechtigt zu der Schlußfolgerung, daß jenem gegossenen Flußeisen, welches den nachfolgenden Schlagproben mit eingekerbten Stäben unterworfen wurde, gewiß nicht die Bezeichnung spröde beigelegt werden kann.

Abschnitt III. Ergebnisse der Schlagbiegeproben auf unten eingekerbte Stäbe mit dem Frémontschen Fallhammer.

Aus den Ergebnissen der verschiedenen Schlagbiegeproben mit Stäben unter Anwendung des Frémontschen Fallhammers geht hervor, daß die zum Brechen der unten eingekerbten Stäbchen durchschnittlich verwendete Arbeit sich belaufen hat auf:

A. Bei 8 mm breiten und 8 mm hohen Stäbchen:

a)	der gegossenen flußeisernen Deckplatten.	11½ m/kg
b)	„ gewalzten „ Unterhautplatten	22 „
c)	„ „ „ Türplatten	18 „
d)	„ „ „ Blende	8½ „
e)	„ „ „ nickelstählernen Panzerplatten	7 „

B. Bei 10 mm breiten und 8 mm hohen Stäbchen:

f)	der gegossenen flußeisernen Deckplatten.	2½ m/kg
g)	„ gewalzten „ Unterhautplatten	22 „
h)	„ „ „ Türplatten	22 „
i)	„ „ „ Blende	7 „
k)	„ „ „ nickelstählernen Panzerplatten	9½ „
l)	„ der stählernen Eisenbahnschienen	2 „

(Bei den unter b, c, g und h aufgeführten Stäbchen wurde nicht immer Bruch erzielt).

Den Ergebnissen der mit dem Frémontschen Fallhammer vorgenommenen Schlagbiegeproben auf unten eingekerbte Stäbe zufolge müßte demnach, in Widerspruch zu seiner praktisch wahrgenommenen Zähigkeit (Abschn. II), das Material der gegossenen flußeisernen Deckplatten nach Frémont als sehr spröde bezeichnet werden. Auf Grund dieses Widerspruches kann man wohl als erwiesen annehmen, daß die Fallproben auf unten eingekerbte Stäbe keine genügende Gewähr leisten zur Bestimmung der Sprödigkeit der Metalle überhaupt. Diese Erfahrung konnte aber nicht genügen; es mußten die Ursachen ermittelt werden, welche die Veranlassung sein möchten, jene Schlagproben im gegebenen Falle als unzuverlässige Erprobungsweise in bezug auf Sprödigkeit ansehen zu müssen. Aus den nachfolgenden Betrachtungen wird zu gleicher Zeit hervorgehen, daß der Wert jener Schlagproben zur Bestimmung der Sprödigkeit der Metalle im großen und ganzen angreifbar ist.

Abschnitt IV. Vergleichende Betrachtungen über Biegeproben und Schlagproben.

Viele sind der Meinung, daß bei einem auf zwei Stützen aufgelegten Probestäbchen der Schlag eines Fallbären in die Mitte des Stäbchens ganz andere Eigenschaften des Materiales zum Ausdrucke bringt als eine auf das Stäbchen gebrachte ruhende Belastung. Sie glauben, daß ein plötzliches Auftreten (Stoß) einer gewissen äußeren Einwirkung eine Wirkung hervorruft, verschieden von der einer allmählichen Anbringung und Steigerung einer ruhenden Belastung. Diese Ansicht kann nicht als völlig richtig anerkannt werden.

Der große Unterschied zwischen der Wirkung einer statischen Belastung und der des Schlages eines Fallhammers oder eines Pendelhammers liegt hauptsächlich darin, daß bei einer wachsenden ruhenden Belastung eine gewisse wachsende Durchbiegung vor sich geht in solcher Größe, daß immer die totale Arbeit zur Formänderung des Probestäbchens der im ganzen geleisteten Arbeit der äußeren Kraft gleichkommt, also gleich $\int_0^b P \cdot dx$, worin P die Größe der veränderlichen Belastung in jedem Augenblicke, x die wachsende Senkung des Angriffspunktes jener Belastung, also die Durchbiegung des Stabes, und b die in einem bestimmten Augenblicke entstandene Durchbiegung vorstellt.

Die Größe der totalen Arbeit zur Formänderung, von einer bis zu einer gewissen Größe wachsenden Belastung geleistet, ist also nicht bloß von der Größe jener Belastung bedingt, sondern auch von der Durchbiegung, welche diese Belastung im gegebenen Probestäbchen hervorruft, indem diese Durchbiegung ihrerseits wiederum bedingt wird von der Beschaffenheit, der Form, der Entfernung der Stützen u. s. w. des Probestäbchens.

Läßt man den Fallhammer oder den Pendelhammer auf das Probestäbchen niedergehen, so steht im Momente des Treffens bereits ein bestimmtes Quantum lebendiger Kraft (Gewicht des Fallbären mal Fallhöhe) für die Formänderung zur Verfügung. Bei genügender Größe jener lebendigen Kraft wird der Bruch des Stäbchens erfolgen.

Es ist gewiß nicht ohne Interesse, zu untersuchen, ob die zum Brechen des Stäbchens mittels einer statischen Durchbiegungsbelastung erforderliche Arbeit sich vergleichen läßt mit dem zum Brechen verwendeten Teile der lebendigen Kraft, welche der Bär im Augenblicke

des Treffens des Stäbchens besitzt. Es ist klar, daß bei auftretenden Stößen, erzeugt durch das Treffen des Bären, auch sonstige Faktoren eine Rolle spielen können (z. B. die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Stoßes, die Erschütterungen, die Versuchsdauer u. a. m.), daß außerdem ein Teil der lebendigen Kraft des Bären in Wärme umgewandelt, ein anderer Teil zur Erzeugung eines Eindruckes an der Angriffsstelle des Schlagbären, vorkommendenfalls auch an der Auflegestelle auf die Stützen verwendet wird.

Falls die Wirkung eines Stoßes faktisch nicht sehr verschieden sein sollte von der einer stetig wachsenden Belastung und folglich beim Stoße keine sonstigen Eigenschaften des Materiales eine Hauptrolle spielen, so würde die zum Brechen des Probestabes erforderliche Arbeit auch ziemlich unabhängig sein von der Größe der beim Treffen des Stäbchens verfügbaren lebendigen Kraft. In diesem Falle käme bei den Schlagproben auf eingekerbte Stäbe die Fallhöhe des Bären wenig in Betracht, falls die verfügbare lebendige Kraft nur in genügender Größe da wäre, um Bruch zu erzeugen.

Mittels Probestäbchen der gegossenen flußeisernen Panzerdeckplatten wurde eine Untersuchung vorgenommen nach dem Einfluß der Fallhöhe des Bären. Bei diesen wenn auch nur vereinzelt Versuchen hat sich nicht herausgestellt, daß die Größe der Treffgeschwindigkeit des Bären und folglich die Größe der beim Treffen verfügbaren lebendigen Kraft einen wesentlichen Einfluß übt auf das Quantum der zum Bruche verbrauchten Arbeit. Im Gegenteile, aus den Ergebnissen könnte gefolgert werden, daß die Treffgeschwindigkeit, also die Fallhöhe wenig Einfluß übe.

Abschnitt V. Einfluß der Einkerbung und deren Form.

Die Versuche ergaben, daß zum Brechen mittels Fallhammers eines 8 mm hohen und breiten Stabes, welcher unten bis zu 1 mm Tiefe eingekerbt ist, beim Material der gegossenen flußeisernen Panzerdeckplatten durchschnittlich nur eine Arbeit von 1½ m/kg erfordert wurde, indem bei einer Arbeitsanwendung von 17 und von 24 m/kg nicht eingekerbte Stäbe von 7 mm Höhe und 8 mm Breite und vom nämlichen Materiale nicht zum Bruche gelangten. Derselbe Vorgang erscheint, sei es auch weniger deutlich, bei dem Materiale der gewalzten flußeisernen Unterhautplatte und bei der gewalzten flußeisernen Blende.

Gleichfalls erfordert das Brechen von eingekerbten Stäben mittels einer statischen Belastung eine weit geringere Arbeit als das Brechen von nichteingekerbten Stäben, welche über die ganze Länge die verminderte Höhe haben. Somit übt die Einkerbung denselben Einfluß bei Fallversuchen (Erschütterungen und Stöße) wie bei Biegeproben mit stetig wachsender ruhender Belastung; ein Umstand, welcher die in Abschnitt IV erwähnte Meinung, daß bei Fallproben nicht ganz andere Eigenschaften des Eisens eine Hauptrolle spielen als bei statischer Belastung, wesentlich unterstützt.

Anfangs schien die Tatsache, daß zum Brechen eines eingekerbten Stäbchens mit dem Frémontschen Fallhammer eine viel geringere Arbeit erforderlich sei als zum Brechen eines nichteingekerbten Stäbchens, welches über seine ganze Länge eine Höhe aufzuweisen hat gleich der reduzierten Höhe des Querschnittes des eingekerbten Stäbchens an der Stelle der Einkerbung, ihren Grund darin zu haben, daß der Bruch durch die stattgefundene Einkerbung gleichsam vorbereitet wurde; dennoch war durch diese Voraussetzung jene Erscheinung durchaus nicht erklärt.

Auf ziemlich einfache Weise ist jedoch jene Tatsache bei näherer Betrachtung zu erklären. Wenn man in die Mitte eines auf zwei Stützen aufgelegten Probestäbchens eine stetig wachsende Belastung bringt, wird es sich durchbiegen und zuletzt brechen; die von der äußeren Kraft (Belastung) bis zu dem Augenblicke, in welchem der Bruch eintritt, geleistete Arbeit ist abhängig von dem Maße der Durchbiegung. Je größere Durchbiegung also das Stäbchen erträgt, bevor die Zugspannung in den äußersten Fasern dieselben zum Bruche bringt, desto mehr Arbeit ist erforderlich, um den Bruch hervorzurufen, sofern die zum Brechen erforderliche Kraft (nicht Arbeit) dieselbe bleibt.

In der Voraussetzung, daß die Querschnitte des Stäbchens flach und senkrecht auf der Längsachse bleiben, ist die Kraft, welche den Bruch veranlaßt, in beiden Fällen (mit eingekerbten und nichteingekerbten Stäbchen) im wesentlichen die gleiche, weil der Querschnitt in der

Mitte des eingekerbten Stäbchens dieselben Dimensionen aufweist wie der in der Mitte des nicht eingekerbten. Allein es ist klar, daß die Durchbiegung unmittelbar vor dem Bruche im eingekerbten Stäbchen kleiner sein wird als im nicht eingekerbten, weil im eingekerbten die Längsachse der Teile zu beiden Seiten der Einkerbung weniger Krümmung haben wird als im nicht eingekerbten zu beiden Seiten der Mitte.

Abschnitt VI. Einfluß der Kontraktion des Materiales auf die bei Biegung erforderliche Formänderungsarbeit.

Wird ein Probestab der Zerreißprobe unterworfen und trägt man die während der Belastung erhaltenen Verlängerungen als Abszissen und die ausdehnenden Kräfte als Ordinaten in ein Diagramm auf, so erhält man eine Kurve. Die Fläche begrenzt von der Kurve, der Abszissenachse und der Ordinate am Ende jener Kurve gibt dann die zum Brechen des Stabes erforderliche Formänderungsarbeit an.

Einige Zeit vor dem Bruche, d. h. nachdem die Zugkraft ihr größtes Maß erreicht hat, wird über einen Teil des Stabes eine lokale Kontraktion entstehen, welche stetig wächst, bis der Bruch eintritt. Infolge jener Kontraktion wird die Zugkraft, welche erforderlich ist, um im Versuchsapparat bei fortgesetzter Dehnung des Probestabes das Gleichgewicht aufrecht zu halten, vom Zeitpunkte der eintretenden Kontraktion an abnehmen.

Wäre im Stabe keine Kontraktion oder vielmehr keine lokale Kontraktion eingetreten, sondern hätte der Stab über seine ganze Länge einen verminderten Querschnitt gleichen Inhaltes wie der kleinste Querschnitt des kontrahierten Stabes beim Bruch erhalten, so wäre die Dehnung bedeutend größer gewesen und in Übereinstimmung hiemit auch die zum Brechen des Stabes erforderliche Formänderungsarbeit, weil diese abhängt von der Dehnungsgröße. Die Differenz zwischen der Formänderungsarbeit im letzten angenommenen Falle (in welchem also keine lokale Kontraktion angenommen wurde) und jener abgeleitet aus dem bei der Zerreißprobe erhaltenen Diagramm (bei welchem wohl lokale Kontraktion entsteht) wird umso größer sein je größer bei der Zerreißprobe die Kontraktion gewesen, weil in beiden Fällen das Volumen des Stabes ungefähr dasselbe bleiben würde und demnach eine Abnahme im Querschnitte über die ganze Länge des Stabes, wie im letzten angenommenen Falle, eine Zunahme an Länge mitbringen muß.

Der letzte Fall, in welchem keine bestimmte lokale Kontraktion (Einschnürung) der Fasern auftritt, sondern ein Teil der Fasern über einen großen Teil ihrer Länge bedeutend an Querschnitt abnimmt, zeigt sich bei Durchbiegung eines Stabes. Die größte Dehnung, welche in den äußersten Fasern eines durchgebogenen Stabes vorhanden, stimmt folglich nicht überein mit der aus der Zerreißprobe erhaltenen relativen Dehnung (bezogen auf die Versuchslänge) des Stabes, sondern mit der viel größeren relativen Dehnung, welche an der Stelle des zusammengezogenen Querschnittes jenes Stabes aufgetreten ist. Gleichfalls ist die Zugspannung, welche die äußersten Fasern bei der Durchbiegung pro Querschnittseinheit aufzunehmen imstande sind, größer als die Zugspannung aus der Zerreißprobe, berechnet auf den ursprünglichen Querschnitt, und zwar stimmt jene größere Zugspannung überein mit der maximalen Spannung, welche sich beim zusammengezogenen Querschnitte kurz vor dem Bruche vorfindet.

Wenn nun auch bei Zerreißproben für eine bestimmte Eisensorte eine größere Zugfestigkeit (bezogen auf den ursprünglichen Querschnitt) und eine größere relative Dehnung (bezogen auf die Versuchslänge) als bei einer anderen Eisensorte festgestellt wird, so bleibt dennoch die Möglichkeit, daß die Arbeit, welche erforderlich ist, um einen Probestab von beiden Materialsorten mittels Biegung zu brechen, im ersten Falle kleiner sei als im zweiten, weil die Arbeit, wie aus obigem hervorgeht, in bedeutendem Maße abhängt von der Größe der Kontraktion. Je stärker die Kontraktion ist, welche die Fasern aushalten, desto mehr Dehnung ertragen sie, bevor sie brechen, und desto größere Arbeit wird demnach verlangt zum Hervorbringen des Bruches.

Indem nunmehr die Größe der zur Erzeugung des Bruches erforderlichen Formänderungsarbeit angibt, in welchem Maße das Material plötzlich auftretenden Kräften, Stößen und Erschütterungen, wieder-

steht, so ist es klar, daß obige Betrachtungen die Erklärung enthalten, warum nicht auf Sprödigkeit oder Zähigkeit einer Eisensorte geschlossen werden könne aus der mittels Zugproben auf die gebräuchliche Weise bestimmten Zugfestigkeit und Dehnung. Außerdem spricht dafür schon der Umstand, daß die Versuchslänge in hohem Maße die durchschnittliche Dehnungsgröße beeinflusst. Es können doch zwei Metallsorten, die bei einer Versuchslänge von 200 mm dieselbe Dehnung aufweisen, bei einer Versuchslänge von 50 mm eine völlig verschiedene aufzuweisen haben.

Hingegen möchte man glauben, daß die Sprödigkeit des Materiales wohl bestimmt werde mit der Frémontschen Schlagvorrichtung, weil bei ihr tatsächlich die Formänderungsarbeit, erforderlich zum Brechen des Probestäbchens bei Durchbiegung, bestimmt wird.

Der Widerstand gegen Formänderung ist abhängig, wie aus obigen Betrachtungen folgt, außer von der Zugspannung und der Dehnung, auch von Kontraktion; daher wird gewöhnlich auch bei harten und wenig dehnbaren Materialien, die ja nur geringe Kontraktion besitzen, die zum Brechen des Stäbchens erforderliche Arbeit eine geringe sein.

Es ist klar, daß die zur Formänderung eines Materiales erforderliche Arbeit auch aus den Zerreißproben herzuleiten wäre, wenn man imstande wäre, in jedem Augenblick, folglich auch in der Periode der infolge des Auftretens der Kontraktion verringernden Zugkraft, die Zugspannung und die relative Dehnung an der Stelle des zusammengezogenen Querschnittes zu bestimmen.

Abschnitt VII. Festigkeit abhängig von der Form.

Falls zufolge der Form des Körpers der Entstehung der Kontraktion und deshalb auch der Dehnung, welche dieser Körper auszuhalten vermag bevor er bricht, entgegengearbeitet wird, so wird die zur Erzeugung des Bruches erforderliche Arbeit eine geringere sein als sonst. Bei eingekerbten Stäben wird vom Materiale zu beiden Seiten der Einkerbung der Kontraktion entgegengearbeitet.

Der Probestab (Abb. 1)

war 6 mm dick, 27 mm breit und zu beiden Seiten 1 1/2 mm tief eingekerbt, so daß an der schwächsten Stelle der Querschnitt 24×6 mm betrug und dieser also übereinstimmte mit jenem des aus dem nämlichen

Materiale hergestellten nichteingekerbten Stabes. Beide Stäbe konnten dann auch ungefähr derselben Zugspannung pro mm² des ursprünglichen Querschnittes widerstehen, nur war diese bei ersterem etwas größer, was als eine bekannte Tatsache anzusehen ist. Letztgenannter Stab jedoch brach bereits bei 14% Dehnung und erstgenannter erst bei 30% Dehnung auf die Versuchslänge bezogen.

Die zum Brechen des eingekerbten Stabes erforderlich gewesene Arbeit verhält sich zu der Arbeit, erforderlich zum Brechen des nicht eingekerbten Stabes, nach den angefertigten Diagrammen zirka wie 1:1.9 (Abb. 1).

Dieselbe Erscheinung wiesen die Stäbe bei Zerreißproben auf. Hier verhält sich die Arbeit beim eingekerbten Stabe zu der beim nicht eingekerbten zirka wie 1:2.3. Die bei diesen Zerreißproben erhaltenen Diagramme sind in Abb. 2 abgebildet.

Bei Biegeproben mit eingekerbten und nicht eingekerbten Stäben mit demselben nutzbaren Querschnitte wird eine ähnliche Arbeitsverringerung beobachtet, was deutlich ersichtlich ist aus den Diagrammen dieser Biegeproben in Abb. 3 und 4.

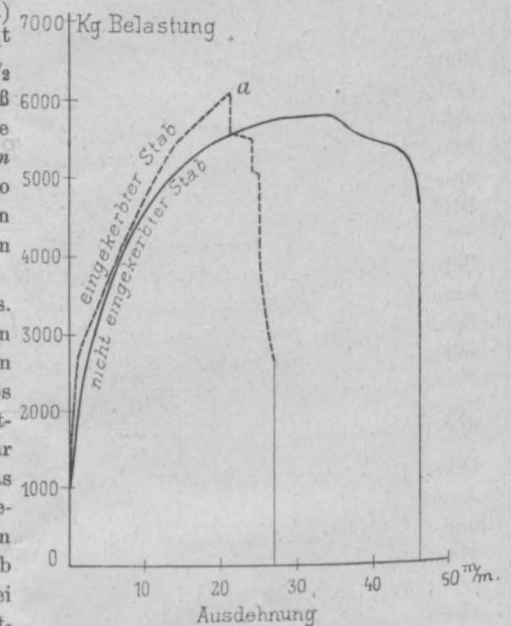


Abb. 1.

In allen oben erwähnten Fällen ist die **Verminderung** der zur Brucherzielung erforderlichen Arbeit eine Folge von der **Form** der Probestäbe. Die zur Brucherzeugung erforderliche Arbeit hat abgenommen, einestheils weil die Formänderung auf den Teil des Probestabes nahe der Einkerbung (vergl. Abschnitt V) beschränkt blieb, andernteils zufolge des Umstandes, daß außerdem an der Einkerbungsstelle auch noch der Kontraktion und infolgedessen der Verlängerung der Fasern entgegengearbeitet wurde. Letzterer Umstand war schuld daran, daß die Dehnbarkeit des Materiales und somit dessen Widerstand gegen Formänderung nicht zum vollen Ausdrucke gelangten.

Die untenstehend abgebildeten Stabformen *B* bis einschließlich *I* (Abb. 5) weisen einige Beispiele auf von Stäben, welche zufolge ihrer Form geringere Festigkeit besitzen als Stab *A*, mit anderen Worten, welche geringere Arbeit erfordern, um entweder mittels Zug oder mittels Biegung zum Bruche zu gelangen.

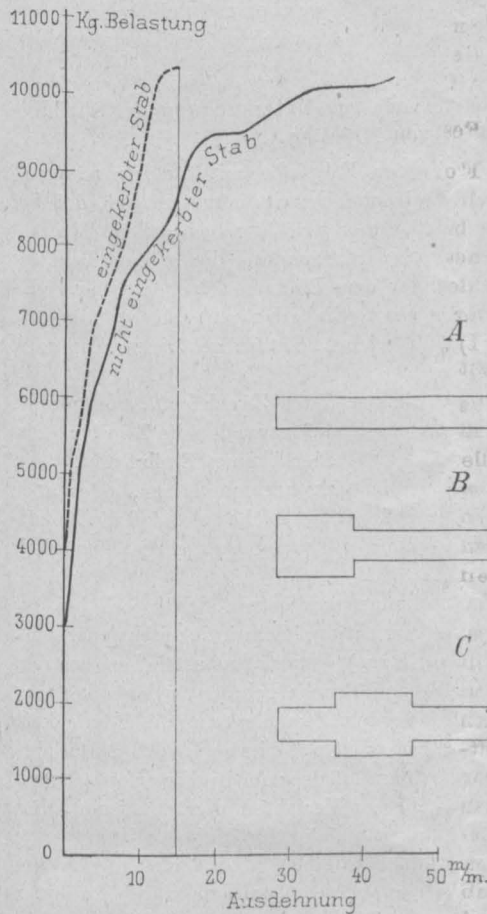


Abb. 3.

Der schwächste Querschnitt in den Stäben *A* bis einschließlich *I* ist überall als der gleiche vorausgesetzt. Stab *A* hat also bei gleicher Länge die geringste Masse, dennoch ist er zugleich der festeste von allen. Bei Zug sowie auch bei Biegung muß bei Stab *A* die größte Arbeit geleistet werden, um den Bruch zu erzeugen. Zu gleicher Zeit vermag er die größte Verlängerung aufzunehmen, bevor er zum Bruche kommt.

Die Stäbe *B*, *C*, *D* und *E* erfordern zum Bruch eine kleinere Formänderungsarbeit, weil die Formänderung hauptsächlich vor sich geht in den dünneren Teilen (geringere Verlängerung des ganzen Stabes).

Die Stäbe *G*, *H* und *I* erfordern nicht nur aus demselben Grunde weniger Arbeit, um zum Bruche zu kommen, sondern auch weil im dünnen Teile der Stäbe der Kontraktion über die ganze Länge jenes Teiles mit verringertem Querschnitte entgegengearbeitet wird,

und zwar umso mehr, je geringere Breite die Einkerbung hat und die Breite des Stabes zu beiden Seiten der Einkerbung größer ist. Stab *I* wird also schon sehr wenig Arbeit beansprucht, bevor er bricht. Es ist ein Stab, der unabhängig vom Materiale, aus welchem er hergestellt, seiner Form zufolge außerordentlich geringe Festigkeit aufweist. Auch Stab *H*, welcher ein unten eingekerbtes Stäbchen vorstellt, ist zufolge seiner Form, unabhängig vom Materiale, höchst zerbrechlich.

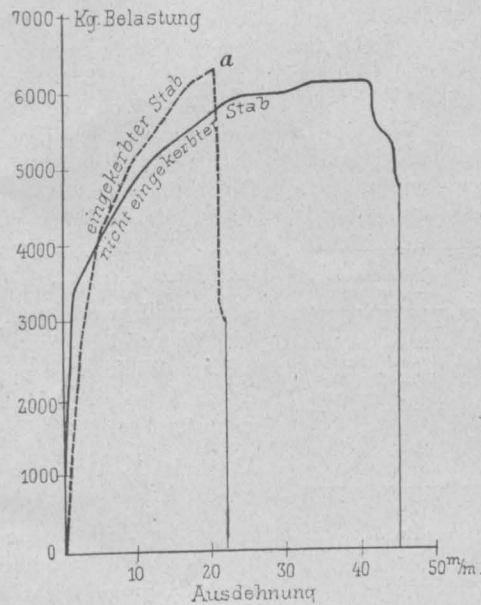


Abb. 2.

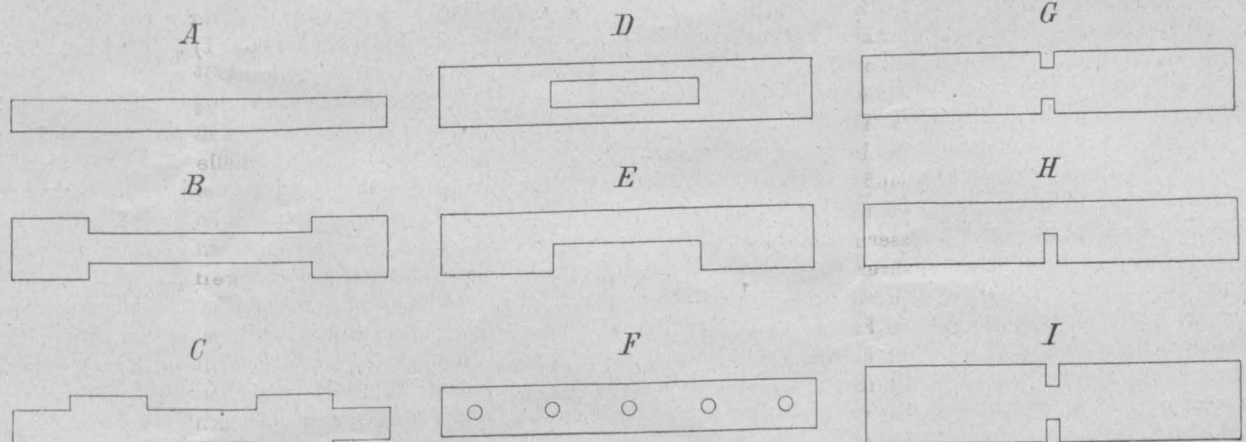


Abb. 5.

schnitte erwähnten Fällen, war nicht die Folge der Sprödigkeit des Materiales als solchen, sondern der gesteigerten Zerbrechlichkeit, welche im Probestäbchen des nämlichen Materiales zufolge seiner besonderen Form, d. h. zufolge der Einkerbung entstanden war.

Hätte man nun die Einkerbung in solcher Breite vorgenommen, daß der vorstehende, in Abb. 5 unter *E* schematisch dargestellte Fall vorlag, wobei folglich die Kontraktion (Dehnbarkeit) des Materiales an der Bruchstelle wohl zum richtigen Ausdrucke kommen kann, so hätte die Einkerbung bloß zur Folge gehabt, daß die Formänderung hauptsächlich stattfinden würde über eine geringe Länge des Stäbchens. Die verschiedenen Zahlen, welche die Arbeit andeuten, benötigt, um vollkommen gleichförmige, aber verschiedenen Materialien entnommene Probestäbchen durch Biegung zu brechen, könnten dann auch einen Anhaltspunkt liefern, um die Sprödigkeit oder die Zähigkeit des Materiales als solchen zu beurteilen.

Dieser Fall liegt jedoch bei den eingekerbten Frémontschen Probestäbchen nicht vor, sondern wohl jener in Abb. 5 unter *H* dargestellte, wobei zufolge der Kontraktion der Fasern an der Ein-

Abschnitt VIII. Wert der Bruchproben mit eingekerbten Stäbchen zur Beurteilung der Sprödigkeit des Materiales.

Die Ursache, aus welcher bei geringerer Arbeit der Bruch schneller eintritt bei den eingekerbten Stäbchen in den im VII. Ab-

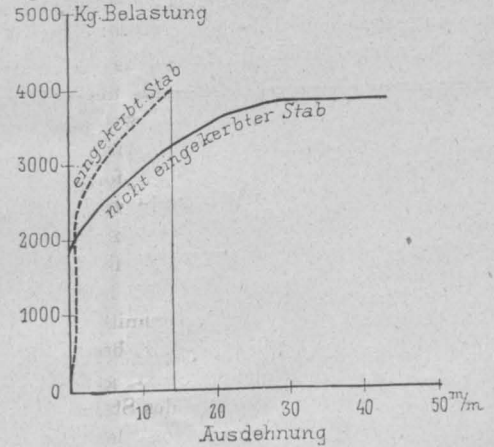


Abb. 4.

kerbungsstelle entgegengearbeitet wird und also die Dehnbarkeit des Metalles nicht zum vollen Ausdrucke gelangt.

Unrichtig wäre es, wollte man — im Widerspruche zu der praktisch bewiesenen Zähigkeit des Materiales der gegossenen, flußeisernen Deckplatten (vergl. Abschnitt II) — nach den Ergebnissen der Fallproben auf unten eingekerbte Stäbe mittels des Frémontschen Fallhammers dieses Material als ein sehr sprödes bezeichnen (vergl. Abschnitt III).

Bei den Schlagbiegeproben auf unten eingekerbte Stäbe wird der Kontraktion des Materiales nicht zu ihrem Rechte verholfen; ist es doch gerade die größte Dehnbarkeit, welche das Material der gegossenen flußeisernen Panzerdeckplatten noch als zähe erscheinen macht, ungeachtet seiner geringen Festigkeit.

Daß die Hemmung in der Kontraktion zufolge der Einkerbung bei verschiedenen Materialien nicht in demselben Maße auftritt, geht aus untenstehender Tabelle hervor, welche die durchschnittlich zum Bruche nötige Arbeit in Meterkilogramm angibt.

Metallsorten	Probestäbchen 8 mm breit			Probestäbchen 10 mm breit	
	unten eingekerbt	zu beiden Seiten eingekerbt	nichteingekerbt	unten eingekerbt	zu beiden Seiten eingekerbt
Gegossenes Flußeisen	1 1/2	14 1/2	keines gerissen	2 1/2	13
Gewalztes Flußeisen	20; ein Stäbchen nicht gebrochen, sondern nur gerissen	37; ein Stäbchen nicht gebrochen, sondern nur gerissen	keines gerissen	alle gerissen	23 1/2
Gewalzter Nickelstahl	7	15	vier von den acht gebrochen	9	15 1/2

Es ist folglich klar, daß aus den bei Fallproben auf unten eingekerbte Stäbchen erhaltenen Zahlen nicht auf das Maß der Sprödigkeit des Materiales geschlossen werden darf.

Die Fallproben an unten eingekerbten Stäbchen müssen demnach zur Bestimmung des Maßes der Sprödigkeit des Materiales als solchen (nicht der Zerbrechlichkeit zufolge der eigentümlichen Form) in der von mehreren Ingenieuren vorgeschlagenen Form als völlig unzuverlässlich verworfen werden. Es ist unrichtig, aus solchen Fallproben auf das Verhalten der Konstruktionsteile eines gewissen Materiales bei Erschütterungen zu schließen, falls jene Konstruktionsteile durch irgend eine Ursache beschädigt oder eingerissen wären oder im Querschnitte der Stäbe absichtlich eine Verringerung hat stattfinden müssen, weil die Fallproben in diesen Fällen doch bloß die Zunahme der Zerbrechlichkeit in einem bestimmten Falle der Form zufolge anzeigen, d. h. falls in der Richtung der Erschütterung sich eine Einkerbung von gewisser Breite und Tiefe (bei den Frémontschen Versuchen zu einem Achtel der Höhe jenes Konstruktionsteiles) vorfindet. Ist jene Einkerbung tiefer oder schmaler (Riß), hat sie eine andere Form oder ist sie an einer anderen Stelle als an der der eintretenden Wirkung entgegengesetzten aufgetreten, so ist ihr Einfluß ein ganz anderer als der, welcher sich nachweisen läßt aus Versuchen mit unten (1 mm tief) eingeschnittenen Probestäbchen von bestimmter (8 mm) Höhe. Am deutlichsten wird dies einleuchten bei den Betrachtungen über den Einfluß der zu beiden Seiten gemachten Einkerbungen. Dazu kommt, daß auch bei jenen Fallproben nur der Einfluß einer bestimmten Einkerbung auf ein der Biegung ausgesetztes Stäbchen nachgewiesen wird.

Auch Barba bewies durch viele Experimente, daß das Arbeitsvermögen der eingekerbten Stäbe umso kleiner wird je schmaler die Einkerbung ist (vergl. „Baumaterialienkunde“ 1901, Seite 113).

Obwohl ein Riß eine Verringerung des nützlichen Querschnittes des Konstruktionsteiles zur Folge hat, ebenso wie eine Einkerbung, ist er dennoch viel nachteiliger für die Solidität der Konstruktion als eine Einkerbung, zunächst weil die zum Bruche erforderliche Formänderung beim Vorhandensein eines Risses hauptsächlich

beschränkt wird auf eine geringere Länge des Konstruktionsteiles, sodann weil beim Risse der Kontraktion in noch höherem Maße entgegengearbeitet wird als bei einer Einkerbung einer gewissen Breite.

Abschnitt IX. Sprödigkeit des Materiales; Zerbrechlichkeit des Gegenstandes.

Unter spröde (zähe) sollte die Eigenschaft eines Materiales verstanden werden in unverletztem Zustande, d. h. ohne Risse oder Schäden, zufolge seines geringen (großen) Widerstandes gegen Formänderung, im allgemeinen bald (nicht bald) Risse oder Bruch zu bekommen; hingegen sollte bei einem Gegenstande, der in einem bestimmten Falle zufolge seiner Form oder aber des Vorhandenseins eines Risses schnell zum Bruche kommen wird, gesprochen werden müssen von der Zerbrechlichkeit jenes Gegenstandes, zufolge seiner bestimmten Form in jenem bestimmten Falle.

Auch H. Le Chatelier nennt ein Metall „fragile“, wenn es unter geringen Verlängerungen bricht, und folglich zur Bruchzeugung sehr wenig Arbeit gefordert wird. (Siehe Seite 3 seiner in Abschnitt I erwähnten Flugschrift.)

Spröde könnte also das Material eines unverletzten Stückes Winkeleisen genannt werden, welches entzweibrach als man es zu Boden geworfen hatte und von welchem ein Hammerschlag einen Teil abriß.

Abschnitt X. Verbesserte Methode zur Untersuchung der Sprödigkeit von Metallen.

Der Fehler, welcher in der Fallprobe mit unten eingekerbten Stäbchen liegt, ist wie oben bereits mitgeteilt der, daß bei jenen Fallproben nicht das Maß der Sprödigkeit des Materiales als solches bestimmt wird, sondern die Arbeit benötigt zum Brechen des Stäbchens unter dem Einflusse seiner Zerbrechlichkeit zufolge der Form (Einkerbungen) des Stäbchens, wodurch die Kontraktion des Materiales nicht zu gehörigem Ausdruck zu kommen imstande ist.

Soll also die Fallprobe besser ihren Zweck erfüllen, so muß der Versuch derart angestellt werden, daß entweder die Zerbrechlichkeit zufolge der Form des Stäbchens keinen Einfluß übt, d. h. er müßte angestellt werden an nichteingekerbten Stäben, oder aber die Form der Stäbchen muß jedenfalls eine solche sein, daß die Metallfasern in ihrer Kontraktion und Ausdehnung so wenig als möglich gehemmt werden.

Der ersterwähnten Erprobungsweise setzen sich jedoch bei der Frémontschen Fallhammervorrichtung Schwierigkeiten entgegen. Zuzufolge der geringen Dicke (8 mm) jener Probestäbchen werden nämlich viele Materialien nicht zum Bruche gebracht werden können, die Stäbchen zusammengefaltet werden. Zwar liegt nun die Möglichkeit vor, daß in letzterem Falle auch auf Sprödigkeit des Materiales geschlossen werden könne, aber das Maß der zum Bruche erforderlichen Formänderungsarbeit wird bei diesem Verfahren nicht bestimmt, und zwischen den Begriffen der Zähigkeit und der Sprödigkeit existiert keine bestimmte Grenze. Dazu kommt, daß die Frémontsche Vorrichtung hiebei in den meisten Fällen herabgesetzt werden würde zu einer Vorrichtung zum Biegen von Probestäbchen und nicht ein Instrument bliebe zum Messen des Grades der Sprödigkeit oder Zähigkeit.

Folglich würde, wie oben schon erwähnt, die Einkerbung, welche die Ursache davon ist, daß die Kontraktion des Materiales nicht zum gehörigen Ausdruck kommen kann, ein notwendiges Übel abgeben zum Hervorrufen des Bruches des Stäbchens vor dem Augenblicke des Zusammenfaltens und somit zur Erreichung dieses Resultates, daß die verwendete Arbeit gleichsam bloß gebraucht wird zur Formänderung des Stäbchens über einen kleinen Teil seiner Länge.

Auch Russel brachte zur Bestimmung der Sprödigkeit verschiedener Materialien bloß bei dehnbaren Metallen die Einkerbung in Anwendung „pour obtenir sûrement la rupture“ (vergl. Seite 7 der im I. Abschnitte erwähnten Flugschrift von Charpy).

Bei einem unten eingekerbten Stäbchen werden sämtliche an der Untenseite gelagerten äußeren Fasern zufolge des zu beiden Seiten der Einkerbung gelegenen Materiales in ihrer Kontraktion gehemmt, ebenso wie solches bei eingekerbten Zerreißprobe-

stäben stattfindet. Gerade in diesen äußersten Fasern nun tritt bei Biegung die größte Spannung auf; werden sie also in ihrer Kontraktion, folglich auch in ihrer Ausdehnung gehemmt, so wird diese Hemmung, weil sie sich in allen äußeren Fasern zeigt, einen großen Einfluß üben auf die zum Brechen des Stäbchens erforderliche Arbeit.

Wollte man die Versuchsweise verbessern, um den Einfluß der Zerbrechlichkeit zufolge der Form zu verringern, in der Absicht der Dehnbarkeit des Metalles in höherem Grade Ausdruck zu verleihen, so müßten hauptsächlich jene äußeren Fasern nicht oder weniger an ihrer Kontraktion gehindert werden. Solches wäre dadurch zu erreichen, daß man die Einkerbung statt an der Unterseite an den beiden Seitenflächen des Stäbchens anbrächte; dadurch werden ja die äußersten Fasern nur teilweise, und zwar bloß diejenigen, welche unmittelbar zur Seite der Einkerbungen liegen, in ihrer Kontraktion gehemmt; bei den übrigen äußersten Fasern ist dies nicht oder in geringerem Maße der Fall.

Abschnitt XI. Schlußfolgerungen.

Aus den vorstehenden ausführlichen Betrachtungen und Mitteilungen der praktisch erhaltenen Ergebnisse (vergl. Abschnitt IV, V, VI und VII) geht hervor, daß Schlagbiegeproben mit eingekerbten und nicht eingekerbten Stäben zu übereinstimmenden Ergebnissen führen mit Biegeproben unter stetig wachsender Belastung ebenfalls mit eingekerbten, bezw. mit nichteingekerbten Stäben; sodann daß die eintretenden Erscheinungen bei Biege- und bei Schlagproben mit eingekerbten Stäben vollständig auf theoretischem Wege erklärt werden können. Es liegt kein Grund vor, welcher zu der Annahme berechtigt, daß bei Schlagbiegeproben mit unten eingekerbten Stäben eine Haupteigenschaft (Sprödigkeit) des Eisens an das Licht treten sollte, welche sich nicht zeigen würde bei Biege- oder Schlagproben mit nicht unten eingekerbten Stäben.

Die Ergebnisse der Fall- und Biegeproben mit unten eingeschnittenen Probestäbchen sind jedoch ganz unzweckmäßig, um aus denselben das Maß der Sprödigkeit einer Metallsorte herzuleiten. Nicht nur mit Rücksicht auf die oben erwähnten theoretischen Betrachtungen, sondern auch auf Grund der praktisch erwiesenen Zähigkeit (siehe Abschnitt II) des Materiales der Deckplatten, welches nach den Frémontschen Schlagproben unbedingt als in hohem Grade spröde angesehen werden würde (vergl. Abschnitt III), geben jene Proben eine ganz irrthümliche Vorstellung in bezug auf den Grad der Sprödigkeit des Materiales.

Bei unten eingekerbten Stäbchen dieses Materiales wurde zum Brechen der Stäbchen eine außerordentlich geringe Arbeit erfordert (durchschnittlich zirka 2 mkg); bei den unten eingekerbten Stäbchen des gewalzten Nickelstahles war jene Arbeit ungefähr viermal größer (durchschnittlich zirka 8 mkg); bei den an den beiden Seitenflächen eingekerbten Stäbchen ergaben sich für beide Materialien ungefähr gleiche Ergebnisse (bezw. im Durchschnitte zirka 13·5 und zirka 15 mkg), während beim gänzlichen Unterlassen der Einkerbungen wie auch bei

den durchlochten Streifen die Resultate für das erstgenannte Material sich günstiger stellen als für letzteres. Sämtliche Erscheinungen finden ihren Grund in dem Umstande, daß bei Fallproben auf unten eingekerbte Stäbe bei verschiedenen Metallsorten die Kontraktion des Metalles nicht in gleichem Grade gehemmt wird und demnach die Zähigkeit des Materiales als solches nicht ans Licht kommt, sondern nur die Zerbrechlichkeit zufolge der eigentümlichen Form der Probestäbchen, und zwar letztere nur als Äußerung jenes Einflusses in einem vereinzelten besonderen Falle.

Obwohl auch bei Fallproben auf an den Seitenflächen eingekerbte Stäbchen die Zerbrechlichkeit zufolge der Form (Hemmung der Kontraktion) noch ein Faktor ist, der — wenngleich in viel geringerem Maße — bei verschiedenen Metallsorten einen ungleichen Einfluß übt auf die mittels Fall- und Biegeproben erhaltenen Resultate, so erscheint es doch sehr wichtig, solche Fallproben, sowie Fallproben auf nichteingekerbte Probestäbchen vorzunehmen, ohne jedoch einstweilen in Lieferungsbedingungen diesbezügliche bindende Forderungen aufzunehmen. Man könnte zu dem Zwecke die Probestäbchen, wie auch Frémont vorschlägt, von 10 mm Breite, 8 mm Dicke und 30 mm Länge nehmen und an den beiden Seitenflächen in der Mitte der Länge eine 1 mm tiefe (oder aber womöglich eine noch weniger tiefe) und ziemlich breite Einkerbung anbringen. Je breiter die Einkerbung, desto besser, damit der mittlere Teil des Stäbchens, wo die größten Momente auftreten, die größte Ähnlichkeit aufweise mit einem unverletzten Stäbchen. Die Breite der Einkerbung kann jedoch keine unbegrenzte sein, weil es sich bei großer Breite herausstellen könnte, daß die Stäbchen zwar gebogen, aber nicht gebrochen werden können.

Auch das Vornehmen von Fallproben und von Biegeproben mit durchlochten Streifen ist sehr nützlich; ja in manchen Fällen sogar zweckmäßiger als dergleichen Versuche mit an den beiden Seitenflächen eingekerbten Stäben; bei beiderseitigen Einkerbungen wird ja das Stäbchen nicht immer dieselbe Querschnittsverringerung erleiden, weil die Einkerbung bald zu tief, bald zu wenig tief hergestellt werden wird. Beim Bohren eines Loches fällt dieser Übelstand weg, und zu gleicher Zeit wird der Vorteil erreicht, daß nicht eine so plötzliche Querschnittsverringerung eintritt wie bei einer rechtwinkligen Einkerbung. Letztgenannte Biegeproben bringen aber den Nachteil mit sich, daß bei ihnen nicht das Maß der zum Bruche erforderlichen Formänderung nachgewiesen werden kann, und daß es zum Teile von subjektiver Beurteilung abhängt, ob das Entstehen von Rissen zu konstatieren sei.

Nicht bevor hinsichtlich obgemeinter Versuche eine genügende Datenzahl vorliegt, wird man diesbezüglich bestimmte Vorschriften in Lieferungsbedingungen aufnehmen können. Auch wird es zur gründlichen Beurteilung der Materialbeschaffenheit sehr wünschenswert sein, Diagramme von Zerreißproben aufzustellen, welche auch die Periode unmittelbar vor dem Bruche umfassen, da es auch erwünscht ist, stets die Kontraktion bei diesen Proben zu bestimmen.

Kleine technische Mitteilungen.

Die größte Auslegerbrücke der Welt ist die im Baue befindliche Brücke über den Lorenzstrom bei Quebec (Kanada), deren mittlere Öffnung eine Länge von 1800 Fuß (549 m) besitzt; sie übertrifft demnach die bisherige größte Auslegerbrücke über den Firth of Forth, deren größte Öffnung 521 m mißt, um 28 m. Der Bau einer Brücke über den Lorenzstrom in oder bei Quebec war im Laufe des letzten halben Jahrhunderts Gegenstand zahlreicher Projekte, deren erstes aus dem Jahre 1851 datiert. Die im Jahre 1887 begründete „Quebec-Bridge and Railway Co.“ stellte jedoch erst 1897 unter dem gegenwärtigen Präsidenten Hon. S.N. Parent und dem Chef-Ingenieur Mr. E. A. Hoare ein endgültiges Brückenprojekt auf.

Unter den aufgestellten Projekten ist außer dem später genau beschriebenen Ausführungsprojekte noch der Lindenthalsche Entwurf einer versteiften Hängebrücke von drei Öffnungen erwähnenswert; nach diesem Entwurfe sollte die Überbrückung der Öffnungen (zwei zu je 209 m und eine zu 549 m) mittels einer Kette geschehen,

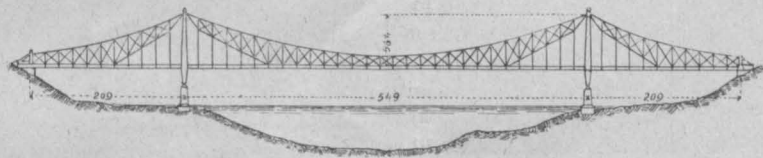


Abb. 1.

deren Versteifung durch ein Hängefachwerk mit Kreuzstreben bewirkt wird. Dieses Versteifungssystem besitzt seine größten Höhen in $\frac{1}{4}$ der Haupt- und in $\frac{1}{2}$ der Seitenspannweiten; dieselben sind bei $\frac{1}{4}$ der Hauptspannweite 33·5 m und in der Mitte desselben 12·2 m (Abb. 1).

Nach sorgfältigem Studium der Terrainverhältnisse wurde die Lage der Brücke 6·5 Meilen oberhalb Quebec und za. 165 englische Meilen unterhalb Montreal festgelegt. Zwischen diesen beiden Städten besteht bis jetzt keine Brücke über den Lorenzstrom, und war eine

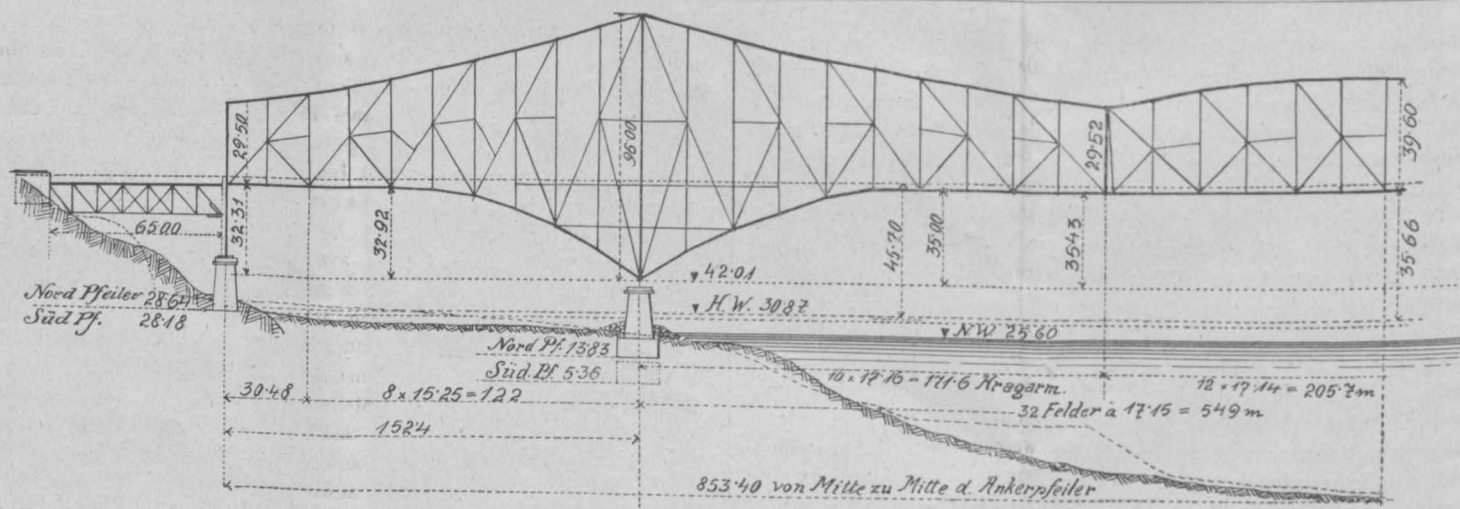


Abb. 2.

Überbrückung desselben in unmittelbarer Nähe der Stadt Quebec infolge der gewaltigen Strombreite sowie der ungünstigen Verhältnisse der Flußsohle praktisch undurchführbar.

Die neue Brücke bildet auf za. 1000 englische Meilen den einzigen Flußübergang; sie liegt an der neuen „Grand-Trunk-Pacific-Transcontinental“-Linie und wird nach ihrer Vollendung den Verkehr zwischen der „Great Northern Railway of Canada“, der „Quebec and Lake St. John R. R.“, der „Canadian Pacific R. R.“ an der Nordseite des Stromes und der „Grand Trunk R. R.“, der „Intercolonial R. R.“ und der „Quebec Central Ry.“ an der Südseite des Stromes vermitteln.

Die Brücke (Abb. 2) besitzt zwei Voröffnungen von je 65 m Spannweite, zwei Seitenöffnungen von je 152.4 m Spannweite und eine Hauptöffnung von 549 m Spannweite; die gesamte Länge der Brücke beträgt somit 984 m.

Der Brückenunterbau besteht aus zwei Endwiderlagern, welche am Rande der beiden Felsufer stehen, zwei Ankerpfeilern am Fuße derselben und zwei Hauptpfeilern, deren Entfernung 549 m beträgt. Das

Außenmauerwerk der Pfeiler ist Granitmauerwerk mit Betonhinterfüllung, ausgenommen die Abdeckschichten der Widerlagspfeiler und die oberen 6 m der Hauptpfeiler, welche durchgehends aus solidem Granitmauerwerk bestehen; der Granit stammt aus Riviere à Pierre, 60 englische Meilen nördlich von Quebec, und wurde in einem Mörtel verlegt, der aus einem Teile Portlandzement und zwei Teilen Sand besteht; der Beton wurde maschinell gemischt aus vier Teilen Bruchsteinschotter, einem Teile Zement, zwei Teilen Sand. Die Widerlager messen 24.4 m senkrecht zur Brückenachse und die Flügelmauern sind 12.2 m lang; sie sind auf festem Fels fundiert und enthalten 3600 m³ Mauerwerk; die Ankerpfeiler sind 6.7 × 31 m breit und vom Fundamente gemessen 20 m hoch; sie enthalten zusammen 13.050 m³ Mauerwerk und außerdem 500 t Stahlanker im Mauerwerk eingebettet. Die Hauptpfeiler sind 19.2 m (bzw. 26 m) hoch und ruhen auf pneumatisch gesenkten Caissons; der Kubikinhalt beträgt 31.500 m³ Mauerwerk; somit ein gesamter Materialaufwand von 48.600 m³ Pfeilermauerwerk. Der eiserne Überbau der Brücke besteht aus einem Auslegerträger mit zwei anschließenden, parallelgurtigen Balkenträgern von je 65 m Stützweite. Die Hauptöffnung enthält zwei Kragarme von je 171.6 m Länge sowie ein eingehängtes Feld, dessen Spannweite 205.7 m beträgt und dessen Träger in der Mitte 39.6 m hoch sind. Sämtliche Knotenpunktverbindungen sind als Bolzenknoten durchgebildet. Die Augenstäbe sind im allgemeinen 370 bis 400 mm breit; einzelne werden 460 mm breit gemacht werden; der Hauptständer über dem Strompfeiler ist 3 m breit und 1.2 m tief; die Zwischenständer sind 1 m bis 1.2 m breit. Der bereits fertiggestellte Fuß des Hauptträgerständers über dem Strompfeiler ist vollständig aus geschweißtem Stahl ohne irgendwelche Gußeisenteile; er besteht aus zwei mächtigen Fußgestellen sowie Schuhen, welche zur Aufnahme der Gurtungen, Schrägstäbe und des Hauptständers dienen, im Gesamtgewichte von 90 t.

Wie aus Abb. 3 ersichtlich, ist die Brücke bestimmt, zwei Eisenbahnlinsen, zwei elektrische Bahnen, zwei Landstraßen und zwei Seitenwege zu tragen. Letztere sind an der Außenseite der Träger geführt, ihre Entfernung von Mitte zu Mitte beträgt 20.1 m; ihre lichte Höhe über dem Höchstwasserstande beträgt 45.7 m; der höchste Punkt der ganzen Konstruktion liegt 96 m über der Fahrbahn der Brücke.

Mit der Errichtung der seitlichen Öffnung (152.4 m) wurde bereits begonnen und zu diesem Zwecke ein Gerüst hergestellt, das im Wesen aus zwei Hauptteilen besteht; einem inneren Teile aus Holz und einem äußeren aus Stahlständern, bestehend aus je vier nach allen Richtungen versteiften Säulen, an deren Spitze sich eine Metallplatte befindet, welche den Untergurt der Brücke aufnimmt; der innere Teil des Gerüsts ist mit Holzbelag versehen und dient zur Materialförderung. Das äußere Stahlgerüst trägt Schienen, auf welchen ein stählerner Auslegerkran läuft, der von vier elektrischen Aufzügen bedient ist und Stücke bis zum Höchstgewichte von 70 t rasch hebt; die Höhe des Krans beträgt 66 m und seine untere Breite von 30.5 m verjüngt sich nach oben auf 20.1 m.

Die Pfeilerbauten wurden von M. P. Davis, Ottawa, Ontario ausgeführt. Mit der Durchführung der Eisenkonstruktion ist die Phoenix-

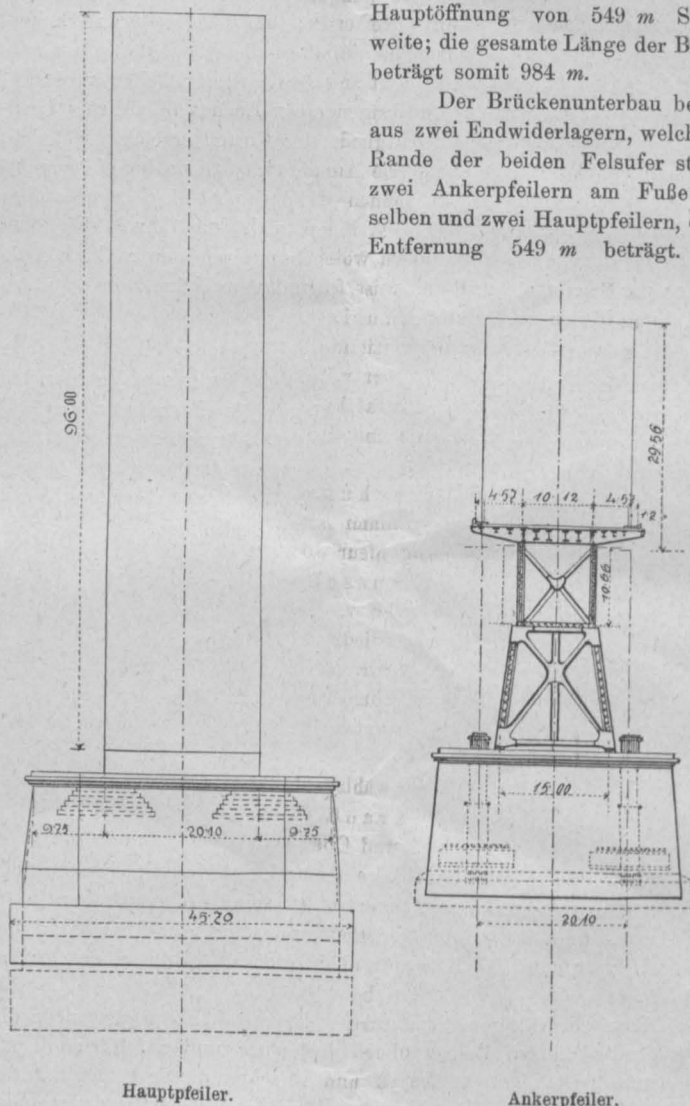


Abb. 3.

Bridge-Co., Phoenixville, Pa. betraut, aus deren Hütten das Konstruktionsmaterial auf einen am Brückenende gelegenen, 228 m langen Lagerplatz gebracht und von dort mittels zweier elektrischer Kräne direkt unter den Hauptkran befördert wird. Die Montage des Hauptkranes war im Juli l. J. beendet; im September l. J. waren die Ständer über den Ankerpfeilern, die Untergurte und Streben des südlichen Ankerarmes sowie die Hauptfußplatten und die Schube über den Hauptpfeilern an Ort und Stelle; die Montage der Fachwerkslieder, die gegenwärtig im Gange ist, wird über den Winter unterbrochen werden.

Aus „Engineering News“, 1903 und 1905.

Ing. Ernst Horowitz,

Assistent an der deutschen Technischen Hochschule in Prag.

Neues Schwimmdock. Kürzlich fand in Tsingtau der Stapellauf eines großen Schwimmdocks statt, welches die Gutehoffnungshütte in Oberhausen (Rheinland) im Auftrage der deutschen Reichsregierung erbaut hat und das zum Docken von Kriegs- und Handelsschiffen dient. Das Dock ist 125 m lang, außen 39 m breit, hat eine lichte Einfahrtsbreite von 30 m und eine Gesamthöhe von 18.9 m. Es ist mithin eines der größten Bauwerke dieser Art und kann mit Recht auch als eines der modernsten bezeichnet werden. Seine Tragkraft beträgt 16.000 t, so daß sie das Gewicht der schwersten bis jetzt erbauten Kriegsschiffe um etwa 2000 t überschreitet. Die Ausführung des Baues nahm zwei Jahre in Anspruch; bei der Montierung waren zeitweise über 1000 Arbeiter beschäftigt, von denen ein großer Teil Chinesen waren. Das Dock setzt sich zusammen aus fünf voll-

ständig voneinander getrennten Bodenpontons und aus den sich zu beiden Seiten auf diesen Pontons aufbauenden Seitenkästen, die über die ganze Länge des Docks durchlaufen. Zum Betriebe dient elektrischer Strom, der von der Zentrale in Tsingtau erzeugt und durch entsprechende Leitungen an Bord geführt wird. Von den maschinellen Einrichtungen verdient in erster Linie die gewaltige Pumpenanlage erwähnt zu werden. Sie besteht aus zehn Zentrifugalpumpen, die innerhalb zweier Stunden das gesamte, beim Versenken des Docks in das Innere eingelassene Ballastwasser auswerfen, wobei das Dock durch das schwerste Schiff belastet sein darf. Von einem kleinen Raume auf dem Seitendeck aus ist es möglich, alle Maschinen des Docks in und außer Betrieb zu setzen. Dort sind auch die Apparate untergebracht, die den Wasserstand in den einzelnen Ballastwasserzellen anzeigen; außerdem kann man von dieser Stelle aus die Ventile, deren Antrieb elektrisch erfolgt, in jede gewünschte Stellung bringen und auch diese Stellung erkennen. Man ersieht daraus die große Vollkommenheit und die moderne Einrichtung dieses Bauwerkes. Eine weitverzweigte elektrische Beleuchtung ermöglicht den Nachtbetrieb. Das Dock wurde auf dem Ufer vollständig fertiggestellt und auf 30 Bahnen dem Meere zugeführt. Diese Bahnen wurden kurz vor dem Stapellauf mit Fett geschmiert, wozu die ansehnliche Menge von 20.000 kg nötig war. Die große Bedeutung, welche diese Anlage für die deutsche Handelsflotte hat, ist ohne weiteres einleuchtend, aber von noch weitaus größerer Bedeutung wird dieses Werk im Kriegsfall sein, wenn es sich darum handelt, Beschädigungen an unzugänglichen Stellen unter der Wasserlinie zu beseitigen.

K.

Vereins-Angelegenheiten.

PROTOKOLL

Z. 662 v. 1905.

der 7. (Geschäfts-)Versammlung der Tagung 1905/1906

Samstag den 16. Dezember 1905.

Vorsitzender: Vereinsvorsteher-Stellvertreter Baurat Theodor Bach.

Schriftführer: Der Vereins-Sekretär.

Anwesend: 149 Vereinsmitglieder (Beilage A).

1. Der Vorsitzende eröffnet um 7 Uhr abends die Sitzung und erklärt die Beschlußfähigkeit. Das Protokoll der Geschäftsversammlung vom 4. November l. J. wird genehmigt und gefertigt seitens der Versammlung von den Herren Anton Orleth und Emanuel Ziffer.

2. Die Veränderungen im Stande der Mitglieder werden zur Kenntnis genommen (Beilage B).

3. Der Vorsitzende verkündet die Tagesordnungen der nächstwöchentlichen Versammlungen sowie das Programm des zweiten Teiles des „Vortrags-Zyklus über moderne Chemie“ und fährt fort: „Dem unermüdlichen Obmanne dieser Fachgruppe, Herrn Professor Klaudy, ist es gelungen, die berühmten Chemiker van t'Hoff und Nernst zu gewinnen. Ich beglückwünsche die Fachgruppe zu dem Erfolge und danke ihrem Obmanne für seine Bemühungen im Interesse der Bereicherung unseres Vortragsprogrammes.“

Der Vorsitzende teilt mit, daß der leitende Ausschuß der Genossenschaft der bildenden Künstler Wiens sich auf Grund der in der Jahresversammlung vom 29. November l. J. vorgenommenen Wahlen für das Vereinsjahr 1905/06 in folgender Weise konstituiert hat: Vorstand: Heinrich v. Angeli, Maler, k. k. Professor; Vorstand-Stellvertreter: Karl Wilda, Maler; Schriftführer: Joh. Nep. Geller, Maler; Kasseverwalter: Karl Baumann, k. k. Ober-Rechnungsrat; Ausschuß-Mitglieder: Anton Brenek, Bildhauer, k. k. Professor Wilhelm Jelinek, Architekt, Albert H. Pecha, Architekt, Dr. Ernst Plutzar, Advokat, und Franz Seifert, Bildhauer.

4. Herr Ober-Baurat Hugo Koestler beantragt die Wahl durch Zuruf in den Photographen-, den Preisbewerbungs-, den Reise-, den Verwaltungs- und den Wettbewerbs-Ausschuß. Herr Bau-Inspektor Heinrich Goldemund erhebt Einwendung gegen die Wahl durch Zuruf in den ständigen Verwaltungsausschuß der Kaiser Franz Josef-Jubiläums-Stiftung. Es erfolgt sonach die Wahl durch Zuruf in den Photographen-, den Preisbewerbungs-, den Reise- und den Preisbewerbungs-Ausschuß, wo-

gegen für die Wahl in den Verwaltungsausschuß Stimmzettel verteilt werden.

Der Vorsitzende leitet nun die Wahl in die übrigen Ausschüsse ein, welche mit Stimmzettel erfolgt und deren Skrutinium mit Zustimmung der Versammlung die Vereinskasse besorgt.

Herr Ingenieur Otto Mauthner empfiehlt zur Wahl in den ständigen Ausschuß für die Stellung der Techniker Herrn Ober-Baurat Otto Günther, welcher als Mitglied dieses Ausschusses Gelegenheit haben werde, die hier herrschende Auffassung der Stellung der akademisch gebildeten Techniker kennen zu lernen.

Herr Baurat Franz Ritter v. Krenn erklärt, eine Wahl in den Wahlausschuß nicht annehmen zu wollen.

Das Ergebnis der Wahlen ist folgendes:

Ausschuß für die bauliche Entwicklung Wiens. Abgegeben wurden 129 gültige Stimmzettel. Gewählt erscheinen die Herren: Architekt Franz Freiherr v. Krauß mit 96, Ober-Baurat Hermann Helmer mit 87, Hofrat Franz Ritter v. Gruber mit 86, Baurat Franz Ritter v. Krenn mit 77 und Baurat Rudolf Halter mit 67 Stimmen.

Photographenausschuß. Gewählt erscheinen die Herren: Baurat Theodor Bach, Hauptmann Anton Schindler, Inspektor Eduard Stöber und Ober-Ingenieur Josef Tloka.

Preisbewerbungsausschuß. Gewählt erscheinen die Herren: Baurat Karl Bertele v. Grenadenberg, Ingenieur Hermann Daub, Ingenieur Friedrich Drexler, Hofrat Franz Ritter v. Gruber, Chemiker Dr. Adolf Grün, Direktor-Stellvertreter Wenzel Hantschke, Baurat Josef Kohl, Betriebsdirektor Alois Ritter Peithner v. Lichtenfels und Ober-Baurat Richard Siedek.

Reiseausschuß. Gewählt erscheinen die Herren: Baurat Paul Kortz, Inspektor Fritz Krauß, Ober-Ingenieur Attilio Rella, Direktor Ludwig Spängler und Ober-Baurat Karl Zelinka.

Ausschuß für die Stellung der Techniker. Abgegeben wurden 112 gültige Stimmzettel. Gewählt erscheint Herr Ober-Baurat Otto Günther mit 91 Stimmen.

Verwaltungs-Ausschuß der Kaiser Franz Josef Jubiläums-Stiftung. Abgegeben wurden 125 gültige Stimmzettel. Gewählt erscheinen die Herren: Direktor Alois Peithner v. Lichtenfels mit 96, Baurat Ludwig Wächtler mit 95, Hofrat Rudolf Ritter Grimus v. Grimbürg mit 93 und Ober-Inspektor Anton Orleth mit 87 Stimmen.

Vortrags-Ausschuß. Abgegeben wurden 127 gültige Stimmzettel. Gewählt erscheinen die Herren: Professor Dpl. Arch. Karl Mayreder mit 105, Ober-Ingenieur Leopold Nowotny mit 99 und Ingenieur Paul Dittes mit 89 Stimmen.

Ausschuß für Wettbewerbs-Angelegenheiten. Gewählt erscheint Herr Prof. Josef Röttinger.

Zeitungs-Ausschuß. Abgegeben wurden 124 gültige Stimmzettel. Gewählt erscheinen die Herren: Ober-Bergrat Franz Poech mit 85, Dpl. Forstwirt Heinrich Ritter Lorenz v. Liburnau mit 80, Inspektor Ernst Karl Engel mit 77, Baurat Rudolf Halter mit 65, beh. aut. Bau-Ingenieur Hugo Gröger mit 64, Direktor Leopold Mayer mit 61 und Baurat Heinrich Schneider mit 60 Stimmen.

Wahl-Ausschuß. Abgegeben wurden 124 gültige Stimmzettel. Gewählt erscheinen die Herren: Professor Hans Freiherr Jüptner v. Jonstorff mit 93, Ingenieur Friedrich Drexler mit 87, Ober-Ingenieur Karl Goebel mit 85, Architekt Georg Demski mit 76, Ingenieur Paul Dittes mit 75, Dozent Hermann Daub mit 73, Ober-Bergverwalter Franz Kieslinger mit 72 und Baurat Karl Bertele v. Grenadenberg mit 71 Stimmen.

Der Vorsitzende schließt um 7 $\frac{3}{4}$ Uhr die Geschäftsversammlung und ladet Herrn Baurat W. Rubin ein, den angekündigten Vortrag zu halten: „Der Bau des Lateralkanales von Wraňan nach Hořin“.

Der Vortragende schildert in einstündiger freier Rede an der Hand der zahlreichen ausgehängten Pläne die ausgedehnten, unter seiner Leitung errichteten Bauwerke, führt dann in einer Reihe von über 70 Lichtbildern bemerkenswerte Baustadien und Details vor und schließt mit der Einladung, die Fachgenossen mögen den Besuch vom Jahre 1900 bald wiederholen.

Der Vortrag, welcher den lebhaften Beifall der Versammlung erweckte, soll vollinhaltlich in der „Zeitschrift“ erscheinen.

Der Vorsitzende: „Ich glaube Ihrer Zustimmung sicher zu sein, wenn ich dem Herrn Vortragenden, der die Reise von Prag nach Wien nicht gescheut hat, den herzlichsten Dank sage für die interessanten Ausführungen, die er uns geboten hat und insbesondere auch dafür, daß er uns zur Besichtigung einlud. Ich bin überzeugt, daß sich der Reiseausschuß mit Vergnügen mit dieser Anregung befassen wird.“

Endlich gestatte ich mir, Sie daran zu erinnern, daß wir heute zum letztenmale in diesem Jahre zu einer Versammlung vereinigt waren. Gestatten Sie, meine Herren, daß ich Ihnen für die Feiertage und das kommende Neujahr die herzlichsten und besten Glückwünsche ausspreche.“

Schluß der Sitzung nach 9 $\frac{1}{2}$ Uhr abends.

Der Schriftführer: C. v. Popp.

Beilage B.

Veränderungen im Stande der Mitglieder

in der Zeit vom 5. November bis 16. Dezember 1905.

I. Gestorben sind die Herren:

Ballif Philipp, Hofrat der Landesregierung für Bosnien und Herzegovina in Sarajevo;
Boog Carlo v., n.-ö. Landes-Ober-Baurat in Wien;
Krämling Josef, kais. Rat, Inspektor der k. k. österr. Staatsbahnen in Ischl;
Löwenthal Artur Freiherr v., Ingenieur, Fabriksbesitzer in Wien;
Mischka Hans, Ingenieur in Mals;
Pfaffinger Dr. Rudolf, Hof- und Gerichtsadvokat, k. k. Ober-Berg-Kommissär a. D., Sekretär des Vereines der Montan-, Eisen- und Maschinen-Industriellen in Österreich, Reichsrats-Abgeordneter in Wien;
Tagleicht Karl, k. u. k. Hofschlosser in Wien;
Thienemann Otto, Architekt, k. k. Baurat in Wien;
Walzel Oskar, Inspektor der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.

II. Ausgetreten sind die Herren:

Bonavia Dpl. Ing. Eduard, k. k. Baurat in Görz;
Breslauer Dr. Max, Chef-Elektriker der British Electric Plant Co. Ltd. in Alloa;
Eichberg Dr. Friedrich, Ingenieur in Berlin;
Grimmer Richard, Ingenieur, k. k. Bau-Adjunkt der n.-ö. Statthaltereie in Wien;
Hoffmann Franz, k. k. Forst- und Domänen-Verwalter in Reutte;
Holländer Dpl. Ing. Richard, Ingenieur der Böhmischen Nordbahn in Prag;
Knoller Richard, Ingenieur in Wien;
Lenz Adolf, Ingenieur, k. k. Bau-Adjunkt der Post- und Telegraphen-Direktion in Wien;
Löblich Franz, Ingenieur in Wien;
Medveczky Siegmund v., k. u. Ober-Ingenieur, Chef des k. u. Strom-Ingenieur-Amtes in Komárom;
Nowak August, Ingenieur, Baukommissär der k. k. Eisenbahn-Bau-direktion in Wien;
Obermayer Josef, Stadtzimmermeister in Wien;
Raab v. Freiwalden Rudolf Ritter, Ingenieur der Firma Ed. Ast & Co. in Klosterneuburg;
Reitz Wilhelm, Ingenieur, k. k. Bau-Adjunkt in Graz;
Resch Karl, Ingenieur, Baukommissär der k. k. österr. Staatsbahnen in Tschinowitz;
Wanitzky Karl, Architekt, Stadtbaumeister in Wien;
Wessely Emil, Ingenieur-Adjunkt der öst. Nordwestbahn in Wien.

III. Aufgenommen wurden die Herren:

Bazant Friedrich Ritter v., Baukommissär der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien;
Cimadori Emilio, Ingenieur, techn. Direktor des Triester Wasserwerkes in Triest;
Goldmann Robert, Ingenieur in Wien;
Górski Kasimir, Vorstand des städtischen Bauamtes in Neu-Sandez;
Kerbler Anton, Ingenieur, Kommissär-Adjunkt beim k. k. Patentamt;
Kittner Friedrich, Ingenieur in Wien;
Klaar Oskar, Architekt, Assistent an der Techn. Hochschule in Graz;
Kopprasch Wilhelm Otto, Ingenieur in Wien;
Kroep Hermann, Ingenieur, Betriebsdirektor der St. Egydyer Eisen- und Stahl-Industrie-Gesellschaft in St. Aegydy am Neuwalde;
Latzko Dr. Wilhelm, Chemiker der Wien-Floridsdorfer Mineralölfabrik in Wien;
Meitner Heinrich, Ingenieur-Adjunkt der Landesregierung für Bosnien und Herzegovina in Sarajevo;
Müller Hermann, Ingenieur, Teilhaber der Firma Emer & Co. für Beton- und Betoneisenbau, in Wien;
Obermayer Alfons, Ingenieur in Wien;
Pascher Heinrich, Ingenieur, Betriebsdirektor der Perlmooser Zementfabriks-Aktien-Gesellschaft in Kirchbichl;
Pawlik Theodor, k. k. Ober-Ingenieur, Rheinbauleiter in Bregenz;
Polanski Stefan, Ingenieur in Feldkirch;
Pollitzer Franz, Ingenieur in Pöstyén;
Raschendorfer Rudolf, Ingenieur in Wien;
Reuther Hermann, Ingenieur in Wien;
Riegl Artur, k. u. k. Baurat in Prag;
Rix Dr. Marcellus, Direktor der chem. landw. Fabrik Brüder Taußky in Wien;
Schindler Ernst, Ingenieur in Würbenthal;
Singer Max, Bau-Oberkommissär der k. k. österr. Staatsbahnen in Schwarzach;
Soeser Maximilian, Ingenieur in Meran;
Steiner Otto, Ingenieur in Wien;
Stummer Ludwig, Bau-Adjunkt der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien;
Toužimský Ottomar, k. k. Kontrollor der technischen Finanzkontrolle in Lobositz a. E.;
Turber Friedrich, Maschinenkommissär der Südbahn in Wien.

Vermischtes.

Personal-Nachrichten.

Der Kaiser hat Herrn Moritz Fröschl, Direktor der Siemens & Halske A.-G. in Wien, den Titel Baurat verliehen.

Zu Doktoren der technischen Wissenschaften wurden promoviert die Herren Fritz Postuvanschitz, Bau-Oberkommissär der Direktion für den Bau der Wasserstraßen in Wien, am 16. d. M. an der Technischen Hochschule in Graz und Josef Fischer, Bau-Kommissär der österr. Staatsbahnen in Kirschenteuer, am 20. d. M. an der deutschen Technischen Hochschule in Prag.

Die Herren Otto Schwerak und Gustav Trla, Ingenieure der Buschtährader Eisenbahn, wurden zu Ober-Ingenieuren ernannt.

Der Verein der Montan-, Eisen- und Maschinen-Industriellen Österreichs hat Herrn Dr. Theodor Haerdtl zum Sekretär ernannt.

Der Zeitungs-Ausschuß für das Jahr 1906 besteht aus den Herren: Georg Demski, Viktor Schwerdtner (Architektur und Hochbau), Hugo Gröger, Rudolf Halter (Bau- und Eisenbahn-Ingenieure), Dr. Heinrich Pawek, Franz Poech (Berg- und Hüttenmänner), Ernst Karl Engel, Heinrich Ritter Lorenz v. Liburnau (Bodenkultur-Ingenieure), Hans Freih. Jüptner v. Jonstorff, Leopold Mayer (Chemie), Dr. Artur Hruschka, Ludwig Kallir (Elektrotechnik), Eduard Meter, Heinrich Schneider (Gesundheitstechnik), Fritz Krauß, Adam Weinberger (Maschinen-Ingenieure).

Wettbewerb.

Der Bau-Ausschuß des Deutschen Museums (Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik) in München, welchem die Vorbereitungen für den Neubau des Museums obliegt, hat beschlossen, einen allgemeinen Wettbewerb unter den deutschen Architekten auszuschreiben. Im Einverständnis mit Herrn Professor Dr. Gabriel v. Seidl, welcher bekanntlich in uneigennützigster Weise ein Vorprojekt ausgearbeitet hatte, wird dieses dem Wettbewerbausschreiben beigegeben werden, um neben dem Bauprogramme zur Erläuterung der außerordentlich vielseitigen Anforderungen, welche an diesen Bau gestellt werden, zu dienen. Das Reich, sowie die Bundesstaaten und die Stadt München sollen gebeten werden, Preisrichter zu ernennen. Die Aufforderung zum Wettbewerbe wird voraussichtlich Mitte Jänner erfolgen und sollen die Projekte bis 1. August 1906 abgeliefert sein.

Offene Stellen.

104. An der deutschen Technischen Hochschule in Brünn gelangt mit 1. Jänner 1906 eine Konstrukteurstelle bei der Lehrkanzel für Hochbau zur Besetzung. Die Verleihung dieser Stelle, welche mit einem Jahresbezüge von K 2400 verbunden ist, erfolgt zunächst auf zwei Jahre, kann jedoch zweimal auf je zwei Jahre verlängert werden. Gesuche sind bis 1. Jänner 1906 beim Rektorat dieser Hochschule einzureichen. Näheres im Anzeigenblatte.

105. Bei der Evidenzhaltung des Vermessungs- und Schätzungskatasters in Bosnien und der Herzegovina werden Evidenzhaltungs-Geometerstellen der X. Diätenklasse mit K 2200 Gehalt und je nach dem Bestimmungsorte mit K 560, 640, bzw. 800 Zulage, ferner Evidenzhaltungs-Elevenstellen in der XI. Diätenklasse mit K 1600 Gehalt und K 420, bzw. 480 und 600 Zulage, endlich Evidenzhaltungs-Elevenstellen mit dem Adjutum jährlicher K 1200 zur Besetzung gelangen. Überdies erhalten die Evidenzhaltungs-Geometer ein Arbeits- und Diätenpauschale jährlicher K 800, sowie eine Vergütung von K 6, eventuell 7 für jeden Feldarbeitstag. Ferner gelangen zum Zwecke der Durchführung der in Bosnien und der Herzegovina im Zuge befindlichen Zehentpauschalierung mehrere Geometerstellen mit einem Jahreshonorare von K 2800 und einem Diäten-, Reise- und Arbeitspauschale monatlicher K 180 für die Dauer der Feldarbeit zur Besetzung. Die mit den erforderlichen Dokumenten versehenen Gesuche sind an die Landesregierung in Sarajevo zu richten. Näheres im Amtsblatte der „Wiener Zeitung“ vom 12. Dezember l. J.

Zusammenstellung der bisherigen Leistungen beim Baue der großen Alpentunnels am Schlusse des Monats November 1905.

Art der Leistung (Längen in m)	Tunnel Seite	Bosruck (lang 4770 m)		Tauern (lang 8526 m)		Karawanken (lang 7976 m)	
		Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd
1. Sohlstollen.	Stollenlänge am 31. Okt.	2201-3	2469-7	3757-0	1055-5	—	—
	Monatsleistung	90-5	1-2	163-3	53-8	—	—
	Stollenlänge am 30. Nov.	2291-8	2470-9	3920-3	1109-3	—	—
	Gesteinsart, Festigkeitsverhältnisse, Druckerscheinungen, Art der Bohrung u. s. w.	1)	2)	3)	4)	5)	
2. Firststollen.	Gesamtleistung am 31. Okt.	2169	2414	1321	—	—	—
	Monatsleistung	51 ⁶⁾	55 ⁷⁾	64	—	—	—
	Gesamtlänge am 30. Nov.	2220	2469	1385	—	—	—
3. Vollausbruch.	Gesamtleistung am 31. Okt.	1984	1861	1060	—	4929-0	2918
	Monatsleistung	176	—	95	—	0-710)	63
	Gesamtleistung am 30. Nov.	2160 ⁸⁾	1861 ⁹⁾	1155	—	4929-7	2981
	In Arbeit am 30. Nov.	42	600	83	—	—	48
	am 31. Okt.	17-8	480	75	—	—	81
4. Mauerung der Widerlager und des Gewölbes.	Gesamtleistung am 31. Okt.	1968	1861	1017	—	4859-0	2882
	Monatsleistung	192	—	77	—	70-710)	36
	Gesamtleistung am 30. Nov.	2160 ⁸⁾	1861 ⁹⁾	1094	—	4929-7	2918
	In Arbeit am 30. Nov.	—	552	28	—	—	63
	am 31. Okt.	192	440	29	—	53	36
5. Sohlen- gewölbe.	Gesamtleistung am 31. Okt.	1036	64	310	—	712	1783
	Monatsleistung	—	—	—	—	58	165
	Gesamtleistung am 30. Nov.	1036	64	310	—	770	1948
	In Arbeit am 30. Nov.	—	—	—	—	14	90
	am 31. Okt.	—	—	—	—	12	72
6. Kanal.	Gesamtleistung am 31. Okt.	2160	855	806	—	3983	1591
	Monatsleistung	—	—	60	—	348	—
	Gesamtleistung am 30. Nov.	2160	855	866	—	4331	1591
	In Arbeit am 31. Nov.	—	—	45	—	113	—
7. Tunnel- röhre vollendet.	am 30. Okt.	—	—	51	—	309	—
	Gesamtleistung am 31. Okt.	76	131	784	—	2540	1565
	Monatsleistung	—	—	18	—	384	—
	Gesamtlänge am 30. Nov.	76	131	802	—	2924	1565

1) Dunkler harter Kalk mit Kalzitadern und Lehmlassen, sehr klüftig, ein wasserführender Spalt mit 120 Sek./l. 4 Druckluftbohrmaschinen System Gatti. Die Wassermenge am Mundloche betrug 250 bis 400 Sek./l. Kein Druck, kein Einbau, gasfrei. Am 23. November erfolgte bei Stollenmeter 2291-9 der Durchschlag.

2) Der Vortrieb des Sohlenstollens (seit dem 17. Mai eingestellt) wurde am 18. November mit Handbohrung wieder aufgenommen, am 19. November aber wieder eingestellt, da die Stollenorte auf 16 m genähert waren. Die Wassermenge aus dem Sohlstollen von 230 auf 30, am Mundloche von 370 auf 130 Sek./l. gefallen. Bei normalem Betriebe Sohl- und Firststollen völlig gasfrei. Am 23. November von Norden her durchgeschlagen.

3) Granitgneis wenig gebankt, kompakt, hart, mit wechselnder Zerklüftung, trocken. Kein Druck, kein Einbau. Wassermenge 10 bis 80 Sek./l. Brandtsche Druckwasserbohrmaschinen.

4) Harter Gneis mit wechselnd starker Längsklüftung; meist trocken. Kein Druck, kein Einbau. Handbohrung.

5) Wasserabfluß am Mundloche 10 bis 17 Sek./l.

6) Am 7. November bei 2180 m Maschinenbohrung begonnen.

7) Vortrieb nach Erreichung des Sohlstollenortes am 15. November eingestellt.

8) Die Mauerung des Gewölbes und beider Widerlager bis Stollenmeter 2160 fertig; bis 2186 ist der Ausbruch der Kalotte fertig, bis 2202 in Arbeit.

9) Die Mauerung des Gewölbes und beider Widerlager reicht bis Stollenmeter 1861; die Mauerung der Kalotte bis 2413 fertig, bis 1921 ist der Ausbruch der Widerlager in Arbeit, bis 2461 jener der Kalotte.

10) Der Vollausschub wurde Anfang November, die Mauerung Ende November für die Nordseite fertiggestellt.

Vergebung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Vergebung von Kanalisationsarbeiten im inneren Teile der Stadt Eger am linken Ufer des Egerflusses im veranschlagten Kostenbetrage vom K 55.342-52. Anbote sind bis 27. Dezember l. J., nachmittags 5 Uhr, beim Bürgermeister abzugeben. Pläne, Kostenanschlag und Bedingungen können beim Verwaltungsexpedite eingesehen werden. Vadium 5%.

2. Die Gemeinde Unterthemenau (Niederösterreich) vergibt im Offertwege den Bau eines neuen zehnklassigen Schulhauses. Anbote sind bis 1. Jänner 1906 einzureichen. Plan, Kostenanschlag und Bedingungen liegen bei der dortigen Gemeindeganzlei zur Einsicht auf.

3. Die k. k. Staatsbahndirektion Linz vergibt im Offertwege den Bau einer Wasserleitung zur Station Taufkirchen der Linie Wels—Passau im veranschlagten Kostenbetrage von rund K 11.000. Anbote sind bis 5. Jänner l. J., mittags 12 Uhr, bei der genannten Direktion einzureichen, bei welcher auch Pläne, Bedingungen und Baubeschreibung zur Einsicht aufliegen.

4. Wegen Vergebung der Herstellung und Ausbeutung der elektrischen Beleuchtung in Puente Genil (Provinz Córdoba), und zwar auf zehn Jahre, findet am 5. Jänner 1906 eine Offertverhandlung statt. Der Kostenvoranschlag beträgt Pesetas 8000 jährlich und die zu leistende Kautions Pesetas 400. Anbote sind an das Ayuntamiento Constitucional de Puente Genil zu richten. Näheres beim k. k. österreichischen Handelsmuseum in Wien.

5. Anlässlich der Vollendung des neuen Aufnahmegebäudes am Kaiser Franz Josefs-Bahnhofe in Prag gelangen die für den Ausbau des Mittelgebäudes C zugehörigen Hocharbeiten im veranschlagten

Kostenbetrage von zirka K 440.000 im Offertwege zur Vergebung. Anbote sind bis 15. Jänner 1906, mittags 12 Uhr, beim Einreichungsprotokolle der k. k. Staatsbahndirektion Prag einzureichen. Die bezüglichen Offertbehelfe werden bei der Abteilung für Bahnerhaltung und Bau der genannten Direktion gegen Ersatz der Kosten ausgefolgt, wogegen die Pläne zur Einsichtnahme bei der k. k. Bahnerhaltungssektion Prag I zur Einsicht aufliegen. Das zu erlegende Vadium beträgt K 22.000.

6. Die Wassergenossenschaft zur Regulierung der Wasserläufe und Erbauung von Talsperren im Flußgebiete der Görlitzer Neiße in Reichenberg vergibt im Offertwege die Bauarbeiten zur Herstellung der Sperrmauer (Los I) für die am Grünwalder Wasser bei Gablonz a. d. N. zu errichtende Talsperre im Ausmaße von 42.800 m³ Mauerwerk. Anbote sind bis 31. Jänner 1906 bei der genannten Genossenschaft einzureichen. Die Ausschreibung der Lose II und III (Stollen, Straßenherstellungen und Abdichtung des Berghanges) erfolgt demnächst. Näheres im Anzeigenblatte.

7. Vergebung der Lieferung eines für Petroleum eingerichteten Motorbootes für den Hafendienst in Vigo. Anbote sind bis 6. Februar 1906 an die Junta de Obras del Puerto de Vigo zu richten. Die zu erlegende Kautions beträgt Peset. 300. Näheres beim k. k. österreichischen Handelsmuseum in Wien.

8. Für den Bau der Wasserleitungs- und Kanalisationsanlagen der Stadt Jassy hat der dortige Ministerrat beschlossen, einen einmaligen Garantiekredit von 12½ Millionen Lei sowie jährliche Subvention von ungefähr Lei 500.000 zu beantragen. Von dem erwähnten Kredite sollen Lei 9.600.000 für die Wasserleitung verwendet werden. An Wasserleitungsröhren dürften zirka 2600 Waggons somit 26 Millionen kg gußeiserne Röhren gebraucht werden. Näheres in der Vereinskasse.

Geschäftliche Mitteilungen des Vereines.

Verzeichnis der Vortragsabende:

Samstag den 23. Dezember, Samstag den 30. Dezember und Samstag den 6. Jänner (Heil. 3 Könige) findet keine Versammlung statt.

Samstag den 13. Jänner 1906.

Experimentalvortrag des Herrn Dr. S. Saubermann: „Neuere Fortschritte bei der Gewinnung von industriellem Sauerstoff mit besonderer Berücksichtigung der modernen Schweißverfahren“.

Samstag den 20. Jänner 1906.

Vortrag des Herrn Hauptmann Anton Schindler: „Die Weltausstellung in Lüttich 1905“.

Samstag den 27. Jänner 1906.

Vortrag des Herrn Professor Artur W. Unger: „Der dermalige Stand der Reproduktionsverfahren“.

Samstag den 3. Februar 1906.

Vortrag des Herrn Ober-Ingenieur Dr. Artur Hruschka: „Der Betrieb auf elektrischen Vollbahnen“.

Samstag den 10. Februar 1906.

Vortrag des Herrn Geheim. Regierungsrat Professor Dr. Jak. Hendr. van t'Hoff: „Die Thermochemie“.

Samstag den 17. Februar 1906.

Nach der Hauptversammlung. Vortrag des Herrn Baurat Julius Koch: „Denkmalpflege“.

Samstag den 24. Februar 1906.

Experimentalvortrag des Herrn Baurat Hubert Gottlieb Dietl: „Ein Kapitel Schwachstromtechnik“.

Samstag den 3. März 1906.

Vortrag des Herrn Professor Dpl. Arch. Karl Mayr: „Ein Besuch Kleinasien“.

Fachgruppe für Chemie.

Vortrags-Zyklus über moderne Chemie.

II. Teil. Vereinsjahr 1905/1906.

Montag den 15. Jänner 1906.

VII. Vortrag des Herrn Hofrat Dr. Zdenko H. Skraup, Professor an der Universität in Graz: „Über die Konstitution und die Synthese der chemischen Verbindungen“.

Samstag den 10. Februar 1906.

VIII. Vortrag des Herrn Geh. Reg.-Rat Dr. Jak. Hendr. van t'Hoff, Professor an der Friedrich Wilhelm-Universität in Berlin: „Die Thermochemie“.

Eigentum und Verlag des Vereines. — Verantwortlicher Redakteur: Konstantin Freih. v. Popp. — Druck von R. Spies & Co. in Wien.

Montag den 12. März 1906.

IX. Vortrag des Herrn Geh. Reg.-Rat Dr. Walter Nernst, Professor an der Friedrich Wilhelm-Universität in Berlin: „Die Elektrochemie“.

Montag den 2. April 1906.

X. Vortrag des Herrn Hofrat Dr. Josef M. Eder, Professor an der Technischen Hochschule und Direktor der graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien: „Die Photochemie“.

Z. 669 v. 1905.

XVI. Bekanntmachung der Vereinsleitung 1905.

Hiemit erlaube ich mir, darauf aufmerksam zu machen, daß nach § 6, Punkt c 1, der Satzungen die Mitgliedsbeiträge für das nächste Jahr am 1. Jänner 1906 fällig werden.

Zur Erleichterung unserer Geschäftsführung beehre ich mich, die Herren Vereinskollegen zur möglichst baldigen Entrichtung der Beiträge höflichst einzuladen.

Der Jahresbeitrag für in Wien wohnende Mitglieder beträgt K 32, für außerhalb Wien wohnende K 24.

Gleichzeitig erlaube ich mir, die Herren Vereinskollegen einzuladen, von den Bestimmungen, betreffend die Ablösung des Mitgliedsbeitrages, Gebrauch zu machen, welche lauten:

Mitglieder	Vereinsangehörigkeit		
	weniger als 25 Jahre (der 15fache Mitgliedsbeitrag)	25 bis 30 Jahre (der 10fache Mitgliedsbeitrag)	mehr als 30 Jahre (der 7½fache Mitgliedsbeitrag)
in Wien wohnend	K 480 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 60	K 320 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 40	K 240 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 30
außerhalb Wien wohnend	K 360 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 60	K 240 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 40	K 180 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 30

Wien, 11. Dezember 1905.

Der Vereins-Vorsteher:
Gerstel.

An die geehrten Abonnenten der „Zeitschrift“!

Wir ersuchen um baldige Erneuerung des Abonnements für das Jahr 1906, damit die Zusendung der „Zeitschrift“ keine Unterbrechung erleide. Die Bezugsbedingungen sind im Anzeigenblatte dieser Nummer angegeben.

Die Administration

der „Zeitschrift des Österr. Ing.- u. Arch.-Vereines“
Wien, I Eschenbachgasse 9.

Graphische Ermittlung der Einflußlinien für die Spannungen im Fachwerk.

In seinen früheren Untersuchungen (vergl. d. Nr. 34, 47 und 53, 1904 der „Zeitschrift“) hat der Verfasser das obgenannte Problem bereits für die Sonderfälle des einfachen Balkenträgers und des Gerberträgers behandelt. Wenn wir diese letztere Trägerform als das Grundbeispiel jener Gruppe von Scheibenkombinationen ansehen dürfen, bei welcher die einzelnen Scheiben nur zueinander parallele Kräfte aufeinander übertragen, so stellt uns der Dreigelenkbogen den Hauptfall jener Gruppe von Kombinationen dar, bei welcher die Richtungen der zur Übertragung gelangenden Kräfte miteinander Winkel einschließen, die von Null verschieden sind. Die Behandlung dieses Trägersystems bot sich somit dem Verfasser von selbst dar, und glaubt derselbe in den gewonnenen Resultaten, die eine merkwürdige Übereinstimmung mit den früher gefundenen Ergebnissen zeigen, die Rechtfertigung für sein Unternehmen suchen zu dürfen.

Wenn den folgenden Betrachtungen eine ganz besondere Trägerform zugrunde gelegt wurde, die einen Sonderfall des obbezeichneten Hauptfalles bildet, nämlich der dreigelenkige Fachwerksbogen mit gleich hoch liegenden Kämpfergelenken, Ständern und geradem horizontalen Obergurt, so ist dies lediglich aus dem Grunde geschehen, um unnötige Kompliziertheiten in den Ableitungen zu vermeiden. Im übrigen läßt sich der Übergang von diesem Spezialfall — der ja auch der weitaus am häufigsten vorkommende ist — bis zu dem allgemeinsten Falle (verschieden hoch liegende Kämpfer, polygonaler Obergurt und beliebig geneigte Füllungsstäbe) offenbar in ähnlicher Weise durchführen, wie dies im gleichen Falle in den vorangegangenen Abhandlungen geschehen ist.

a) Einflußlinien der Obergurtspannungen.

Den Ausgangspunkt für unsere Betrachtungen bietet uns hier wieder die Gleichung

$$O = - \frac{M_u}{y_u} \quad \dots \quad 1).$$

(Bezüglich der gewählten Bezeichnungen vergl. Abb. 1).
Für die Laststellung

I., nämlich für $a \leq c + b$ ist zufolge Abb. 1

$$M_u = G_3 \cdot r_3.$$

Nun ist aber, wenn wir die Ähnlichkeit des Dreieckes $G_1 A B$ mit dem Kräfiedreieck berücksichtigen,

$$G_3 = \frac{a}{e \cdot \cos \vartheta};$$

statt e der Wert $e = \frac{l f}{l_2}$ substituiert, ergibt sich

$$G_3 = \frac{a}{l} \cdot \frac{l_2}{f \cdot \cos \vartheta}$$

und somit schließlich

$$O = - \frac{a}{l} \cdot \frac{l_2}{f} \cdot \frac{r_3}{y_u \cdot \cos \vartheta}.$$

Der in diesem Ausdrucke vorkommende Wert $\frac{r_3}{\cos \vartheta} = d_u$ stellt den Abschnitt der Kämpferdrucklinie auf der Vertikalen durch den Momentenpunkt, von diesem aus gezählt, dar. Führen wir zur Vereinfachung der Schreibweise diesen Wert ein, so nimmt die Gleichung die Form an:

$$O = - \frac{a}{l} \cdot \frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_u}{y_u} \quad \dots \quad 2).$$

Für
ist

$$O = z_1 = - \frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_u}{y_u} \quad \dots \quad 3),$$

d. i. der Abschnitt auf der rechtsseitigen Kämpfergelenkvertikalen.

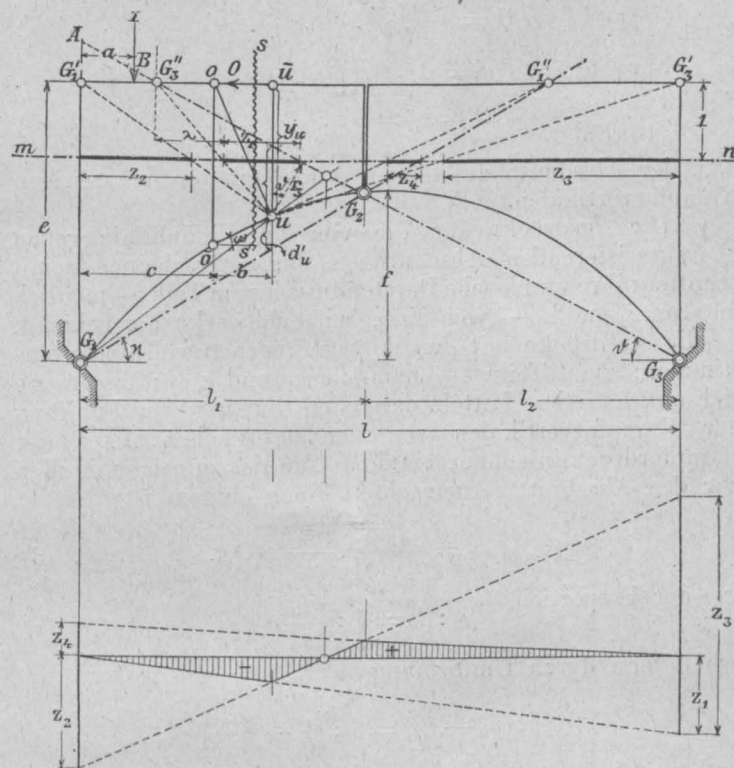


Abb. 1.

II.

$$a > c + b.$$

Hier hat das Moment den Wert:

$$M_u = G_3 \cdot r_3 - 1 (a - c - b) \\ = \frac{a}{l} \cdot \frac{l_2}{f} \cdot d_u - a + (c + b)$$

und

$$O = - \frac{a}{l} \cdot \left(\frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_u}{y_u} - \frac{l}{y_u} \right) - \frac{c + b}{y_u} \quad \dots \quad 4).$$

Für

$$a = 0$$

ist

$$O = z_2 = - \frac{c + b}{y_u} \quad \dots \quad 5),$$

d. i. der Abschnitt auf der linksseitigen Kämpfervertikalen.

Für $a = l$

$$O = -\frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_u}{y_u} + \frac{l - c - b}{y_u};$$

nennen wir den zweiten Summanden

$$\frac{l - c - b}{y_u} = z_3 \quad \dots \quad 6),$$

so ist

$$O = -z_1 + z_3,$$

d. i. der Abschnitt des zweiten Astes der Einflußlinie auf der rechten Kämpfervertikalen, u. zw. wird er als Differenz erhalten, deren Subtrahend der unter I. erhaltene Abschnitt ist.

III. Für

$$a > l_1$$

ist

$$M_u = -G_1 \cdot r_1,$$

und da

$$G_1 = \frac{(l - a) l_1}{l f \cos \alpha},$$

so ist

$$O = \frac{l - a}{l} \cdot \frac{l_1}{f} \cdot \frac{r_1}{y_u \cos \alpha}.$$

Führen wir wieder für $\frac{r_1}{\cos \alpha} = d_u'$ den Abschnitt der Kämpferdrucklinie auf der Vertikalen durch den Momentenpunkt (von diesem aus gezählt) ein, so lautet die Gleichung:

$$O = \frac{l - a}{l} \cdot \frac{l_1}{f} \cdot \frac{d_u'}{y_u} \quad \dots \quad 7)$$

Für

$$a = 0$$

wird

$$O = z_4 = \frac{l_1}{f} \cdot \frac{d_u'}{y_u} \quad \dots \quad 8),$$

d. i. der Abschnitt des letzten Astes auf der linksseitigen Kämpfervertikalen.

Die Ausdrücke für die vier die Einflußlinie genau charakterisierenden Abschnitte z_1 bis z_4 erscheinen somit ermittelt; ihre graphische Darstellung ist zum Teile — nämlich die von z_2 und z_3 — vom einfachen Fachwerke her bekannt, da die Ausdrücke mit den dort gefundenen völlig übereinstimmen; zum Teile — nämlich z_1 und z_4 — lassen sie sich mit denselben Mitteln darstellen, nur wird die Funktion der Kämpfervertikalen von den bezüglichen Ästen der Kämpferdrucklinie übernommen. Um dies zu zeigen, wollen wir den Abschnitt z_1 betrachten. Nach obigem ist

$$z_1 = -\frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_u}{y_u} \quad \dots \quad 3);$$

aus der Proportion

$$y_u : d_u = 1 : \frac{d_u}{y_u}$$

erhält man durch Umformung

$$y_u : (y_u - d_u) = 1 : \left(1 - \frac{d_u}{y_u}\right)$$

und weiters

$$y_u : (y_u - d_u) \cdot \frac{l_2}{f} = 1 : \left(\frac{l_2}{f} \cdot 1 - z_1\right);$$

deutet man hierin die Werte der einzelnen Glieder graphisch, so kann man sie auch folgendermaßen schreiben:

$$y_u : G_3 u = 1 : \lambda.$$

Der Wert des vierten Gliedes ist nach obigem

$$\lambda = \frac{l_2}{f} \cdot 1 - z_1,$$

somit

$$z_1 = \frac{l_2}{f} \cdot 1 - \lambda.$$

Da der Minuend dieser Differenz durch die Projektion des zwischen dem geraden Gurt und der Hilfslinie $m n$

liegenden Teiles der Kämpferdrucklinie auf die Hilfslinie dargestellt wird, so erhält man den gesuchten Abschnitt z_1 als den zwischen der Kämpferdrucklinie und der Verbindungslinie $u G_3$ befindlichen Teil der Hilfslinie $m n$. Eine der vorstehenden analoge Untersuchung zeigt, daß bei Verwendung des zweiten Astes der Kämpferdrucklinie durch das nämliche Verfahren der Abschnitt z_4 erhalten werden kann.

b) Einflußlinien der Untergurtspannungen.

Es genügt offenbar wegen der Analogie der folgenden Untersuchung mit der soeben unter a) durchgeführten, wenn sie bloß in ihren Hauptzügen hier angedeutet wird, wobei auf die untenstehende Abbildung (Abb. 2) verwiesen werden mag. Wir gehen hier von der Grundgleichung

$$U = \frac{M_0}{y_0 \cos \omega} \quad \dots \quad 9)$$

aus, und es ergeben sich für die verschiedenen Laststellungen der Reihe nach:

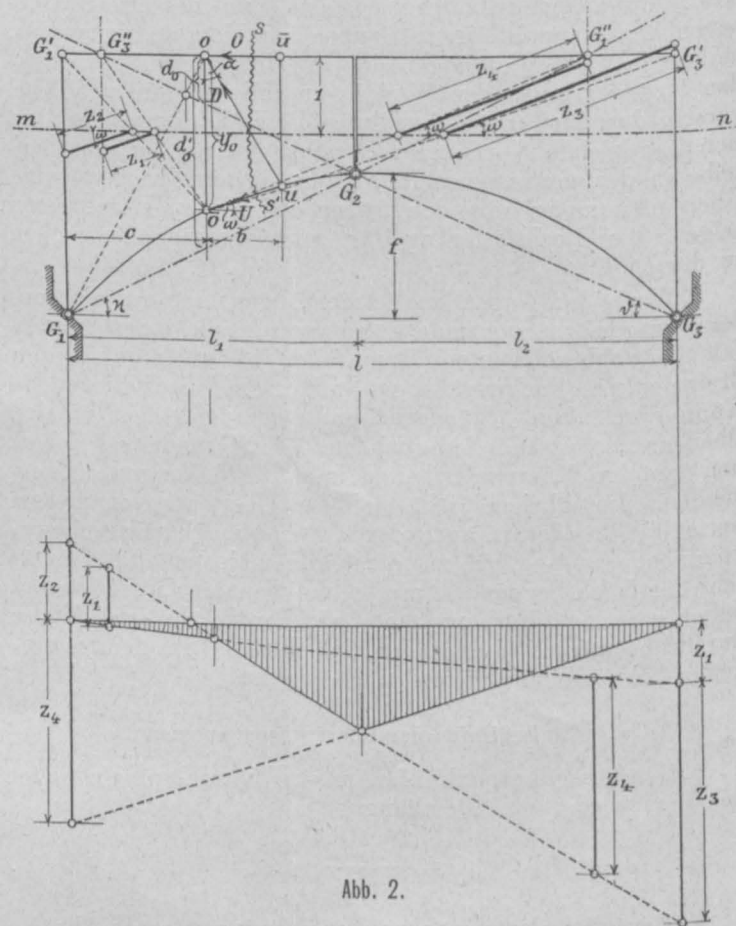


Abb. 2.

I. Für

$$a \leq c$$

$$M_0 = G_3 r_3,$$

$$G_3 = \frac{a}{l} \cdot \frac{l_2}{f \cos \vartheta},$$

$$U = \frac{a}{l} \cdot \frac{l_2}{f} \cdot \frac{r_3}{y_0 \cos \vartheta \cos \omega}$$

und

$$\frac{r_3}{\cos \vartheta} = d_0 \text{ gesetzt.}$$

$$U = \frac{a}{l} \cdot \frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_0}{y_0 \cos \omega} \quad \dots \quad 10).$$

Für

$$a = l$$

ist

$$U = z_1 = \frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_0}{y_0 \cos \omega} \quad \dots \quad 11),$$

d. i. der Abschnitt auf der rechtsseitigen Kämpfervertikalen.

II. Für $a > c$
 $< l_1$

$$M_0 = G_3 \cdot r_3 - 1(a - c) \\ = \frac{a}{l} \cdot \frac{l_2}{f} \cdot d_0 - a + c,$$

sonach

$$U = \frac{a}{l} \cdot \left(\frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_0}{y_0 \cos \omega} - \frac{l}{y_0 \cos \omega} \right) + \frac{c}{\cos \omega} \quad (12).$$

Die Gleichung 12), welche den zweiten Ast der Einflußlinie darstellt, gibt für

$$\begin{cases} a = 0 \\ U = z_2 = \frac{c}{y_0 \cos \omega} \end{cases} \quad (13),$$

d. i. den Abschnitt auf der linken Kämpfervertikalen. Für

$$\begin{cases} a = l \\ U = \frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_0}{y_0 \cos \omega} - \frac{l - c}{y_0 \cos \omega} \end{cases}$$

$$\text{Nennen wir } \frac{l - c}{y_0 \cos \omega} = z_3 \quad (14),$$

so können wir den Abschnitt des zweiten Astes auf der rechtsseitigen Kämpfervertikalen als Differenz zweier Abschnitte darstellen, nämlich

$$U = z_1 - z_3.$$

III. Für $a > l_1$

$$M_0 = G_1 \cdot r_1,$$

$$G_1 = \frac{l - a}{l} \cdot \frac{l_1}{f \cos \alpha},$$

$$U = - \frac{l - a}{l} \cdot \frac{l_1}{f} \cdot \frac{r_1}{y_0 \cdot \cos \alpha \cos \omega}$$

oder nach Einführung von

$$\frac{r_1}{\cos \alpha} = d_0',$$

$$U = - \frac{l - a}{l} \cdot \frac{l_1}{f} \cdot \frac{d_0'}{y_0 \cos \omega} \quad (15).$$

Für
gilt

$$a = 0 \\ U = z_4 = - \frac{l_1}{f} \cdot \frac{d_0'}{y_0 \cos \omega} \quad (16),$$

d. i. der Abschnitt des letzten Influenzlinienastes auf der linksseitigen Kämpfervertikalen.

Die vorstehend ermittelten Ausdrücke für die vier Abschnitte z_1 bis z_4 zeigen uns wieder deutlich die Möglichkeit der graphischen Bestimmung. Dieselbe läßt sich folgendermaßen durchführen.

Für die Abschnitte z_2 und z_3 gelten auch hier die vom einfachen Fachwerkbalken her bekannten Konstruktionen. Dieselben erfahren bei den Abschnitten z_1 und z_4 nur insofern eine Modifikation, als die Funktionen der Auflagervertikalen von den durch die Schnittpunkte der Kämpferdrucklinie mit dem Obergurt gelegten Vertikalen übernommen werden, wie dies ohneweiters durch die nachstehenden Proportionen gezeigt werden kann.

$$y_0 : d_0 \frac{l_2}{f} = 1 : z_1 \cdot \cos \omega$$

und

$$y_0 : d_0' \frac{l_1}{f} = 1 : z_4 \cos \omega.$$

c) Einflußlinien der Ständerspannungen.

Unsere Grundgleichung lautet hier bekanntlich

$$V = -R - U \sin \omega \quad (17),$$

wenn wir mit R die Vertikalkomponente der Transversalkraft bezeichnen. Mit Benützung von 9) geht 17) über in

$$V = -R - \frac{M_0}{y_0} \operatorname{tg} \omega \quad (17^*).$$

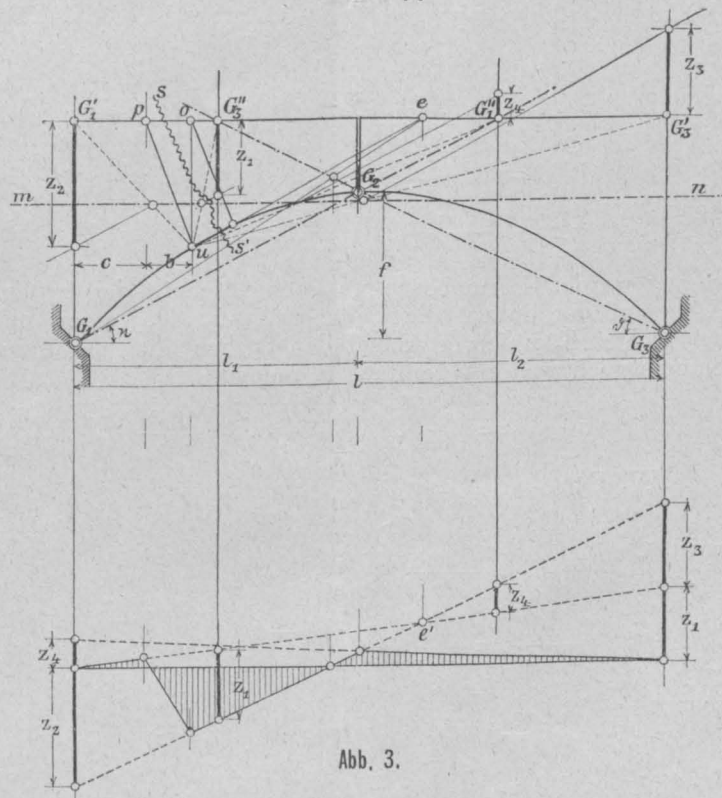


Abb. 3.

Hiebei müssen wir, sofern wir den rechts vom Schnitte $s s'$ (vergl. Abb. 3) liegenden Trägereil betrachten (was wir behufs Vereinfachung der Untersuchung tun wollen), den positiven Momentensinn der Bewegungsrichtung des Uhrzeigers entgegengesetzt, die positive Querkraftrichtung nach abwärts annehmen. Es ist sodann:

I. Für $a \leq c$

$$-R = \frac{a}{l},$$

$$-\frac{M_0}{y_0} = -\frac{a}{l} \cdot \frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_0}{y_0},$$

somit

$$V = \frac{a}{l} \left(1 - \frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_0}{y_0} \cdot \operatorname{tg} \omega \right) \quad (18);$$

wird

$$a = l,$$

so ist

$$V = z_1 = 1 - \frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_0}{y_0} \cdot \operatorname{tg} \omega \quad (19),$$

d. i. der Abschnitt des ersten Astes auf der rechten Kämpfervertikalen.

II.

$$a > c \\ < c + b.$$

Die Aufsuchung der Abschnitte dieses Astes mag als überflüssig und wenig zweckentsprechend unterbleiben.

III.

$$a > c + b \\ < l_1.$$

Hier ist

$$-R = \frac{a}{l} - 1$$

und

$$-\frac{M_0}{y_0} = -\frac{1}{y_0} [G_2 \cdot \lambda - 1(a - c - b)] \\ = -\frac{d_0}{l} \cdot \frac{l_2}{f} \cdot \frac{a}{y_0} + \frac{l}{y_0} \cdot \frac{a}{l} - \frac{c + b}{y_0}.$$

$$V = \frac{a}{l} \left[\left(1 - \frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_0}{y_0} \cdot \operatorname{tg} \omega \right) + \frac{l}{y_0} \operatorname{tg} \omega \right] - 1 - \frac{c+b}{y_0} \operatorname{tg} \omega \quad (20),$$

$$\begin{cases} a=0 \\ V=z_2 = - \left(1 + \frac{c+b}{y_0} \cdot \operatorname{tg} \omega \right) \end{cases} \quad (21),$$

$$\begin{cases} a=l \\ V=z_1 + \left[\frac{l-c-b}{y_0} \cdot \operatorname{tg} \omega - 1 \right] \\ = z_1 + z_3, \end{cases}$$

$$\text{wobei} \quad \frac{l-c-b}{y_0} \cdot \operatorname{tg} \omega - 1 = z_3 \quad (22)$$

gesetzt wurde. Hierin bedeutet z_2 den Abschnitt des dritten Astes auf der linken, die Summe $z_1 + z_3$ denjenigen auf der rechten Kämpfervertikalen. Es läßt sich übrigens diese Summe noch weiter vereinfachen, indem

$$z_1 + z_3 = \left(l - c - b - \frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_0}{y_0} \right) \frac{\operatorname{tg} \omega}{y_0} \quad (23).$$

IV. Für $a > l_1$
 $< l$

$$\text{wird} \quad -R = \frac{l-a}{l}$$

$$\text{und} \quad -\frac{M_0}{y_0} = -\frac{l_1}{f} \cdot \frac{d_0'}{y_0} \cdot \frac{l-a}{l} \cdot \operatorname{tg} \omega,$$

$$\text{sonach} \quad V = \frac{l-a}{l} \cdot \left(1 - \frac{l_1}{f} \cdot \frac{d_0'}{y_0} \operatorname{tg} \omega \right) \quad (24).$$

$$\begin{cases} a=0 \\ V=z_4 = 1 - \frac{l_1}{f} \cdot \frac{d_0'}{y_0} \operatorname{tg} \omega \end{cases} \quad (25).$$

Es handelt sich somit wieder um die Ermittlung der vier Abschnitte $z_1, z_2, z_1 + z_3$ und z_4 . Es genügt aber offenbar auch, wenn statt $z_1 + z_3$ der Wert von z_3 ermittelt wird. Für die Bestimmung von z_1 bis z_4 besteht nämlich, wie gleich gezeigt werden soll, wieder ein einheitliches Verfahren, und ist darum die Aufsuchung von z_3 derjenigen von $z_1 + z_3$ vorzuziehen, obgleich sich, wie wir sehen werden, die letztere Summe gleichfalls sehr einfach ermitteln läßt. Hinsichtlich des Vorganges bei der Bestimmung von z_2 und z_3 ist nichts Neues zu sagen; er ist vom einfachen Fachwerkbalken her bekannt und geht auch unmittelbar aus der Abb. 3 hervor. Was die Ermittlungsweise von z_1 und z_4 anlangt, so entspricht sie vollständig derjenigen von z_2 und z_3 , nur treten an die Stelle der Kämpfervertikalen die Vertikalen durch die Schnittpunkte der Kämpferdrucklinie mit dem geraden Gurte.

Es erübrigt noch, die direkte Ermittlung der Summe $z_1 + z_3$ zu zeigen. Der Klammerausdruck in Gleichung (23) stellt nichts anderes als die Strecke $\overline{G_3''G_3'}$ dar. Man braucht somit nur den Punkt u auf die Vertikale durch G_3'' zu projizieren und von dem so erhaltenen Punkte u ausgehend das gleiche Verfahren einzuschlagen, das zur Bestimmung obiger vier Abschnitte geführt hat. Der gesuchte Abschnitt wird diesmal zwischen der Parallelen zum Gurtstab und der Hilfslinie erhalten. (Von der Eintragung dieser Konstruktion in die Abb. 3 wurde aus dem Grunde Abstand genommen, um die Abbildung nicht allzu undeutlich zu machen.)

d) Einflußlinien der Diagonalen.

Hier müssen wir wieder unseren Ausgang von der allgemeinen Gleichung für die Horizontalkomponente der Diagonalspannung nehmen, nämlich von

$$D \sin \alpha = \frac{M_u}{y_u} - \frac{M_0}{y_0} \quad (26),$$

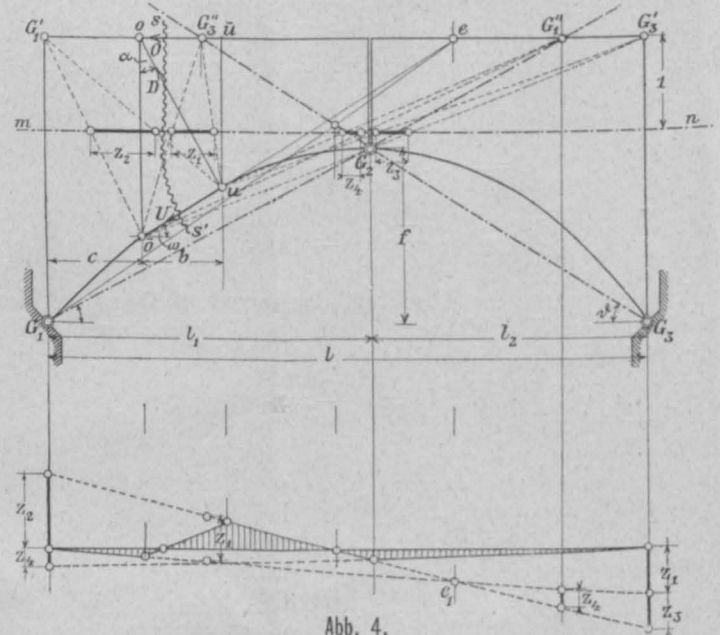
und erhalten sodann für die einzelnen Laststellungen der Reihe nach:

I. Für $a > c$ nach Substitution der weiter oben für diese Stellung gefundenen Werte für $\frac{M_0}{y_0}$ und $\frac{M_u}{y_u}$ nach entsprechender Vereinfachung

$$D \sin \alpha = \frac{l_2}{f} \cdot \left(\frac{d_u}{y_u} - \frac{d_0}{y_0} \right) \cdot \frac{a}{l} \quad (27)$$

und hieraus

$$\begin{cases} a=l \\ D \sin \alpha = z_1 = \frac{l_2}{f} \cdot \left(\frac{d_u}{y_u} - \frac{d_0}{y_0} \right) \end{cases} \quad (28),$$



d. i. der Abschnitt auf der rechten Kämpfervertikalen (siehe Abb. 4). (Hiebei ist zu beachten, daß d_u nach aufwärts, dagegen d_0 nach abwärts positiv zu zählen ist.)

II. $a > c$
 $< c + b$.

Die Ermittlung von Abschnitten kann für diesen Ast als überflüssig unterbleiben.

III. $a > c + b$
 $< l_1$.

Die Einsetzung der weiter oben gefundenen Werte liefert uns hier

$$\begin{aligned} D \sin \alpha &= \frac{a}{l} \cdot \left(\frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_u}{y_u} - \frac{l}{y_u} \right) + \frac{c+b}{y_u} - \frac{a}{l} \times \\ &\quad \times \left(\frac{l_2}{f} \cdot \frac{d_0}{y_0} - \frac{l}{y_0} \right) - \frac{c}{y_0}, \\ D \sin \alpha &= \frac{a}{l} \cdot \frac{l_2}{f} \cdot \left(\frac{d_u}{y_u} - \frac{d_0}{y_0} \right) - \frac{a}{y_u} + \frac{a}{y_0} + \left. \begin{aligned} &+ \frac{c+b}{y_u} - \frac{c}{y_0} \end{aligned} \right\} \quad (29). \\ \begin{cases} a=l \\ D \sin \alpha = \frac{l_2}{f} \cdot \left(\frac{d_u}{y_u} - \frac{d_0}{y_0} \right) + \left(\frac{l-c}{y_0} - \frac{l-c-b}{y_u} \right) \end{cases} \end{aligned}$$

oder in anderer Schreibweise

$$D \sin \alpha = z_1 + z_3,$$

wobei

$$z_3 = \frac{l-c}{y_0} - \frac{l-c-b}{y_u} \quad (30).$$

Die Summe $z_1 + z_3$ ist der Abschnitt des dritten Einflußlinienastes auf der rechtsseitigen Kämpfervertikalen.

$$\text{IV.} \quad a > l_1 \\ < l.$$

Die Substitution der früheren Werte ergibt hier

$$D \sin \alpha = -\frac{l-a}{l} \cdot \frac{l_1}{f} \cdot \left(\frac{d_u'}{y_0} - \frac{d_0'}{y_0} \right), \\ a = 0, \\ D \sin \alpha = z_4 = -\frac{l_1}{f} \cdot \left(\frac{d_u'}{y_u} - \frac{d_0'}{y_0} \right) \quad \dots \quad 32).$$

Über die graphische Konstruktion der vier Abschnitte ist ähnliches wie bei den anderen Einflußlinien zu sagen; die Ermittlungsweise der Abschnitte z_2 und z_3 ist die gleiche wie die der entsprechenden Ordinaten beim einfachen Fachwerkbalken. z_1 und z_4 erfordern den nämlichen Vorgang, wobei statt der Punkte G_1' und G_2' die Punkte G_1'' und G_2'' benützt werden müssen. Weiters können die Abschnitte der Einflußlinie für D selbst durch einfache Projektion der eben besprochenen Abschnitte auf Parallele zur fraglichen Diagonale gefunden werden.

Hiemit erscheint das eingangs gestellte Problem erschöpfend und in ziemlich einheitlicher Weise gelöst. Es

sei nur noch gestattet, auf eine interessante Eigenschaft der besprochenen Einflußlinien hinzuweisen. Bekanntlich schneiden sich stets zwei der Einflußlinien-Äste in einem Punkte, welcher dem Momentenpunkte entspricht. Die unter den Punkten G_1'' und G_2'' zwischen diesen beiden Ästen der Einflußlinie liegenden Ordinaten sind nichts anderes als die mit Hilfe dieser Punkte gefundenen Abschnitte z_1 und z_4 . Der mathematische Nachweis hierfür, welcher sich leicht führen läßt, wurde hier nicht beigelegt und nur auf diese Tatsache in den Abbildungen hingewiesen.

Mit vorstehendem beschließt der Verfasser seine Untersuchungen über das Problem der Einflußlinienbestimmung für das statisch bestimmte Fachwerk. Wenn auch dieses Problem, namentlich beim einfachen Fachwerkbalken, wenig mehr als theoretisches Interesse bietet, so dürften doch die Ergebnisse als eine vielleicht nicht ganz wertlose Bereicherung der graphostatischen Wissenschaft bezeichnet werden. Augenfällig sind die Vorteile der Methode. Sie bestehen in der großen Einfachheit und Einheitlichkeit des Verfahrens, welche es gestatten, ohne zeitraubende Nebenfiguren die notwendigen Abschnitte mit Benützung einer einzigen, ganz bestimmten Geraden (m, n), welche wir hier die „Abschnittlinie“ nennen wollen, mit geringen Modifikationen stets durch denselben Vorgang zu ermitteln.

Düsseldorf, im Juni 1905.

Ing. S. K. Drach.

Dampfturbinen mit Geschwindigkeitsstufen und mit Druckstufen.

Von Fritz Krull, Zivil-Ingenieur, Paris.

Bei Gelegenheit des Kongresses für Berg- und Hüttenwesen, der vom 26. Juni bis 1. Juli l. J. in Lüttich tagte, hielt A. Rateau, Professor an der École des Mines in Paris, einen interessanten Vortrag über den Wirkungsgrad der Aktionsturbinen mit Geschwindigkeitsstufen, den wir dem Hauptinhalte nach im folgenden wiedergeben.

Bekanntlich sind die Turbinen mit Geschwindigkeitsstufen dadurch gekennzeichnet, daß der Dampf, der mit einer gewissen Anfangsgeschwindigkeit v_0 in das Laufrad eintritt, mehrmals hintereinander auf die Schaufeln von Laufrädern einwirkt ohne merkliche Änderung seiner Spannung, aber unter stufenweiser Abnahme seiner Geschwindigkeit. Diese nacheinanderfolgenden Durchgänge durch Laufräder können sich nun entweder in mehreren Rädern vollziehen, von denen das eine auf das andere folgt und die eine sogenannte Radgruppe bilden, oder aber in einem einzigen Rade.

Von einem Laufrade (bzw. Radkranze) wird der Dampfstrahl durch halbkreisförmige oder nahezu halbkreisförmige Leitkanäle dem nachfolgenden zugeführt; doch sind diese Leitapparate, die wir Zwischenleitapparate nennen wollen, mit den gewöhnlichen Leitapparaten nicht zu verwechseln, da in diesen Zwischenleitapparaten der Dampf seine Spannung nicht ändert, sondern lediglich eine Richtungsänderung um etwa 180° erfährt.

Die meisten Turbinen mit Geschwindigkeitsstufen bestehen aus mehreren Gruppen von Laufrädern, deren jede von der folgenden durch eine Zwischenwand getrennt ist und eine Druckstufe bildet. In einer solchen Gruppe ist die Dampfspannung konstant, während in dem vor jeder Gruppe liegenden Übergangsleitapparate die Dampfspannung expandiert.

Nimmt man nun alle Schaufeln halbkreisförmig an und setzt man voraus, daß keine Energieverluste durch Reibung u. s. w. eintreten, so wird, wenn v_0 die absolute Dampfgeschwindigkeit beim Eintritte in das erste Laufrad und u die Umlaufgeschwindigkeit des Laufrades ist, die Geschwindigkeit v_0 beim Durchgange durch das erste Laufrad auf

$$v_1 = v_0 - 2u$$

reduziert; beim Durchgange durch das zweite Laufrad tritt eine Reduktion der absoluten Dampfgeschwindigkeit auf

$$\text{ein.} \quad v_2 = v_1 - 2u = v_0 - 4u$$

Verfolgt man diesen Vorgang weiter, so sieht man, daß es genügt, den Laufschaukeln eine Geschwindigkeit

$$u = \frac{v_0}{2n} \text{ zu geben, damit die Anfangsenergie des bewegten Dampfes vollständig aufgebraucht werde. Die Umlaufgeschwindigkeit } u \text{ ist also umgekehrt proportional der Anzahl } n$$

der Durchgänge, und diese bemerkenswerte Eigenschaft würde es möglich machen, Dampfturbinen von geringen Umlaufszahlen zu bauen, wenn dieses System nicht einen zu geringen Wirkungsgrad hätte und deshalb zu verwerfen wäre.

Die aufeinanderfolgenden Werte $v_0, v_1, v_2 \dots$ der absoluten Dampfgeschwindigkeiten in den Rädern einer Gruppe oder bei den aufeinanderfolgenden Durchgängen durch ein und dasselbe Rad bilden offenbar eine abnehmende arithmetische Reihe. Da nun die für die Laufräder nacheinander absorbierten Energiemengen bekanntlich

$$\frac{v_0^2 - v_1^2}{2}, \frac{v_1^2 - v_2^2}{2} \text{ u. s. w.,}$$

allgemein $2u[v_0 - (2n-1)u]$ sind, so nehmen auch die in den verschiedenen Rädern geleisteten Arbeiten in arithmetischer Progression ab.

In seiner „Elementaren Theorie der Dampfturbinen“ (Septemberheft 1903 der „Revue de Mécanique“, Paris) hat Professor Rateau die Rechnungsmethode veröffentlicht, die er bei der Berechnung des Wirkungsgrades anwendet, welche sich als durchaus zuverlässig erwiesen hat und heute wohl fast allgemein angewendet wird.

Diese Methode stützt sich im wesentlichen auf die — allerdings nicht ganz zutreffende — Annahme, daß „die Druckverluste in einem festen oder beweglichen Kanale proportional sind dem Quadrate der relativen Austrittsgeschwindigkeit in diesem Kanale und bewirken, daß die Geschwindigkeit in dem Kanale um einen konstanten Bruch-

teil verringert wird, so daß die Austrittsgeschwindigkeit $w_1 = \lambda w_0$ wird, worin w_0 die Dampfeintrittsgeschwindigkeit und λ ein konstanter, von u unabhängiger Koeffizient (< 1) ist.

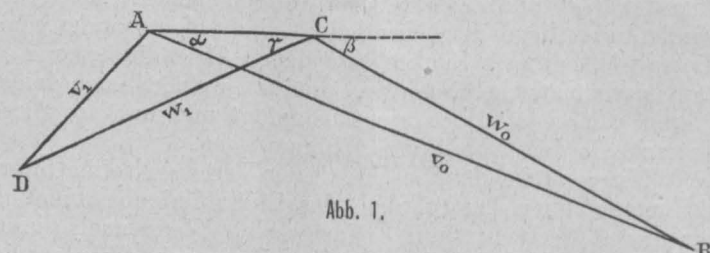


Abb. 1.

Es bezeichnet (in Abb. 1) in dem Eintrittsgeschwindigkeitsdreiecke ABC

AB die absolute Eintrittsdampfgeschwindigkeit v_0 ,

AC die Umlaufgeschwindigkeit des Rades u , die mit AB einen α (etwa $= 20^\circ$) bildet,

CB die relative Dampfgeschwindigkeit w_0 , die mit AC einen β bildet,

ferner in dem Austrittsgeschwindigkeitsdreiecke ACD

CD die relative Austrittsgeschwindigkeit w_1 , die mit AC einen γ (zwischen 20° und 30°) bildet,

AD die absolute Austrittsgeschwindigkeit v_1 .

Nun ist nach der Annahme Rateaus $CD = \lambda \cdot CB$, worin λ ein konstanter Koeffizient ist, wie immer auch das Verhältnis AB und AC sein möge, dessen Wert nur von der Beschaffenheit der Schaufeln abhängt.

In der Praxis ist λ im Mittel $= 0.70$; es kann niedriger (bis 0.60 und weniger), aber auch höher (bis 0.75) sein. Im folgenden wollen wir die Rechnungen für $\lambda = 0.70, 0.75$ und 0.80 durchführen, wobei bemerkt werden möge, daß der letzte Wert ($\lambda = 0.80$) praktisch wahrscheinlich nicht erreicht wird.

Wir bezeichnen noch mit σ das Verhältnis von u zu v_0 und nennen dieses Verhältnis den Koeffizienten der relativen Geschwindigkeit des Laufrades.

1. Idealfall.

Die Laufradschaufeln und Zwischenleitschaufeln sind genau halbkreisförmig geformt, also $\alpha = \beta = \gamma = 0$.

In diesem Falle verschwinden die Dreiecke und die Geschwindigkeiten summieren sich einfach.

Außerdem wollen wir zur Vereinfachung der Schreibweise alle Geschwindigkeiten auf die Geschwindigkeit $v_0 = 1$ beziehen.

a) Vielzellige Turbine.

$$\begin{aligned} \text{Es ist} \quad v_0 &= 1 \\ u &= \sigma \\ w_0 &= 1 - \sigma. \end{aligned}$$

Aus w_0 wird beim Austritte aus dem Laufrade

$$\begin{aligned} w_1 &= \lambda w_0 \\ &= \lambda (1 - \sigma). \end{aligned}$$

Die absolute Austrittsgeschwindigkeit, in demselben Sinne positiv genommen wie v_0 , ist

$$\begin{aligned} v_1 &= u - w_1 \\ &= \sigma - \lambda (1 - \sigma) \dots \dots \dots 1). \end{aligned}$$

Diese Geschwindigkeit wird 0 für $\sigma = \frac{\lambda}{1 + \lambda} < \frac{1}{2}$ und positiv für $\sigma = \frac{\lambda}{1 + \lambda} > \frac{1}{2}$.

Der auf die Laufradschaufeln ausgeübte Druck F für die Masseneinheit des Dampfes, ist

$$\begin{aligned} F &= v_0 - v_1 \\ &= (1 + \lambda)(1 - \sigma) \dots \dots \dots 2) \end{aligned}$$

und die sekundlich geleistete Nutzarbeit, für die Masseneinheit, ist

$$\begin{aligned} N_1 &= u \cdot F \\ &= (1 + \lambda) \cdot (1 - \sigma) \cdot \sigma \dots \dots 3). \end{aligned}$$

Für $\sigma = \frac{1}{2}$ wird dieser Ausdruck ein Maximum, welchen Wert immer λ auch haben möge.

Aus diesem Maximum folgt dann das Maximum des inneren Wirkungsgrades

$$\rho_{\max} = \frac{1 + \lambda}{2} \dots \dots \dots 4),$$

wo jedoch die Verluste im Leitapparate nicht miteingerechnet sind, die übrigens bei vielzelligen Turbinen jederzeit gering sind.

Der vorstehende Ausdruck setzt aber voraus, daß die beim Verlassen des Rades austretende Geschwindigkeit v_1 nicht ausgenutzt wird. In Wirklichkeit ist dieses aber bei den vielzelligen Turbinen nicht der Fall; die Austrittsgeschwindigkeit wird bei den vielzelligen Turbinen vielmehr noch ausgenutzt (außer für das letzte Rad), so daß also der Wirkungsgrad für diese Turbinen in Wirklichkeit höher liegt.

Für die obigen Werte von λ berechnet sich nun nach Formel 4, für

$$\begin{aligned} \lambda = 0.70 & \quad = 0.750 & \quad = 0.80 \\ \rho_{\max} = 0.85 & \quad = 0.875 & \quad = 0.90, \end{aligned}$$

wobei wie angegeben, $\sigma = \frac{1}{2}$ angenommen wurde.

b) Turbinen mit Geschwindigkeitsstufen.

α) Turbinen mit Gruppen von nur zwei Rädern.

Für den ersten Durchgang sind die Verhältnisse (mit Ausnahme des Wertes von σ) genau dieselben wie für den Fall α, und man hat für w_0, w_1, v_1 genau dieselben Werte. Für den zweiten Durchgang ergibt sich folgendes.

Da die Zwischenleitkanäle dieselbe Form wie die Laufradschaufeln haben, so leitet sich die Geschwindigkeit v_0' beim Verlassen dieser Zwischenleitkanäle aus der absoluten Eintrittsgeschwindigkeit v_1 genau so ab wie sich w_1 aus w_0 berechnet, also

$$v_0' = \lambda v_1,$$

wo λ denselben Wert wie oben hat. Zu beachten ist, daß das Vorzeichen von v_1 geändert werden muß, um diese Geschwindigkeit positiv im entgegengesetzten Sinne von v_0 zu nehmen. Demnach

$$v_0' = \lambda^2 (1 - \sigma) - \lambda \sigma \dots \dots \dots 5).$$

Und, da sich w_0', w_1' und v_1' aus v_0' ebenso herleiten wie w_0, w_1 und v_1 aus v_0 , so hat man

$$\begin{aligned} w_0' &= v_0' - \sigma \\ &= \lambda^2 (1 - \sigma) - \lambda \sigma - \sigma \\ w_1' &= \lambda w_0' \\ &= \lambda^3 (1 - \sigma) - \lambda^2 \sigma - \lambda \sigma \\ v_1' &= \sigma - w_1' \\ &= \sigma - \lambda^3 (1 - \sigma) + \lambda^2 \sigma + \lambda \sigma \dots \dots \dots 6) \end{aligned}$$

v_1' positiv genommen im Sinne von u .

Der gesamte Dampfdruck F bei seinen beiden Durchgängen auf die Masseneinheit ist

$$\begin{aligned} F &= v_0 - v_1 + v_0' - v_1' \\ &= A - B \sigma \dots \dots \dots 7), \end{aligned}$$

wo

$$\begin{aligned} A &= 1 + \lambda + \lambda^2 + \lambda^3 \\ B &= 2 + 3\lambda + 2\lambda^2 + \lambda^3. \end{aligned}$$

Die geleistete Nutzarbeit pro Sekunde und Masseneinheit ist

$$\begin{aligned} N_1 &= u F \\ &= \sigma (A - B \sigma) \dots \dots \dots 8). \end{aligned}$$

Für

$$\sigma = \frac{A}{2B} \dots \dots \dots 9)$$

wird der Wert von 8) ein Maximum, und aus diesem Maximum von σ folgt dann das Maximum des inneren Wirkungsgrades

$$\rho_{\max} = \frac{A^2}{2B} = A \sigma_{\max} \dots 10).$$

Hienach berechnet sich dann

für $\lambda = 0.70$	$\lambda = 0.75$	$\lambda = 0.80$
$A = 2.533$	$= 2.732$	$= 2.952$
$B = 5.423$	$= 5.792$	$= 6.192$
$\sigma_{\max} = 0.233$	$= 0.235$	$= 0.239$
$\rho_{\max} = 0.590$	$= 0.642$	$= 0.701$

Das Maximum des inneren Wirkungsgrades liegt also bei einem Werte von $\sigma = 0.235$. Es ist, wie ersichtlich, unter denselben Verhältnissen wesentlich (28 bis 44%) niedriger als bei den vielzelligen Turbinen.

Für σ_{\max} und $\lambda = 0.75$ ist v_0' , d. h. die absolute Eintrittsgeschwindigkeit beim zweiten Durchgange, 25.4% von der Anfangsgeschwindigkeit v_0 ; w_0' und w_1' erreichen nur 20%, während v_1' , d. h. die übrigbleibende Austrittsgeschwindigkeit nach dem zweiten Durchgange, in demselben Sinne geführt wie die Umlaufgeschwindigkeit des Laufrades, 22% von v_0 hat.

Berechnet man die Werte der Dampfdrücke, so findet man, daß fast nur der erste Dampfdruckgang es ist, der den Druck leistet ($v_0 - v_1$), während der zweite Durchgang recht wenig, etwa nur 5% dazu beiträgt.

Eine mit $\lambda = 0.75$ und $\sigma = 0.235$ laufende vielzellige Turbine gibt in der Tat nach Formel 3) einen inneren Wirkungsgrad von 0.63, während eine unter denselben Verhältnissen laufende Turbine mit Geschwindigkeitsstufen nach vorstehender Tabelle 0.642 gibt, also nur wenig mehr, wobei noch zu bemerken ist, daß hiebei für die vielzellige Turbine angenommen wird, daß die übrigbleibende Geschwindigkeit v_1 nicht weiter ausgenutzt wird, was bekanntlich der Wirklichkeit nicht entspricht, da diese Geschwindigkeit ja tatsächlich in den nachfolgenden Laufrädern zum größten Teile noch ausgenutzt wird. In Wirklichkeit würde also der Wirkungsgrad der vielzelligen Turbine unter den angenommenen Werten von λ und σ nicht 0.63 sein, sondern wenigstens 0.70, da 60% von der auf die übrigbleibende Geschwindigkeit $= 0.34$ entfallenden Energie in den folgenden Laufrädern noch zur Ausnutzung kommen.

Hieraus geht klar hervor, daß das System mit Geschwindigkeitsstufen wenig vorteilhaft ist, und daß man ohne großen Schaden den zweiten Durchgang, also das zweite Laufrad, fortlassen könnte.

Noch viel ungünstiger wird der Fall bei Gruppen von mehreren z. B. vier Rädern, den wir jetzt betrachten wollen.

β) Turbinen mit Gruppen von vier Rädern.

Die Umlaufgeschwindigkeit u sei $= 100$ m/Sek., die Eintrittsgeschwindigkeit des Dampfes sei $= 850$ m/Sek. Dann ist $\sigma = \frac{100}{850} = 0.118$, wofür unter der Annahme von $\lambda = 0.75$ und der Voraussetzung halbkreisförmiger Kanäle sich ergibt

	Erster Durchgang		Zweiter Durchg.		Dritter Durchgang
v_0	1	v_0'	0.4076	v_0''	0.0744
w_0	0.882	w_0'	0.2896	w_0''	— 0.0436
w_1	0.6615	w_1'	0.2172		
v_1	0.5435	v_1'	0.0992		

Wir haben also vom dritten Durchgange ab negative Werte für die relative Geschwindigkeit im Laufrade, d. h. der Dampf treibt nicht das Laufrad, sondern wird von ihm getrieben, wirkt also hemmend.

In noch weit höherem Maße würde dieses beim vierten Durchgange der Fall sein, so daß man durch Fortlassung des dritten und vierten Kranzes den Wirkungsgrad der Turbine verbessern würde (er würde im angenommenen Falle $= 0.484$ werden).

2. Wirklichkeitsfall.

Geht man von dem vorhin angenommenen Idealfalle ($\alpha = \beta = \gamma = 0$) zum Wirklichkeitsfalle über, wo $\alpha = 20^\circ$ und $\gamma = 20^\circ$ bis 30° ist, so würde die rechnerische Untersuchung zu sehr verwickelten Formeln führen; es ist daher vorteilhafter, den Weg der geometrischen Konstruktion einzuschlagen, den Rateau in seiner „Elementaren Theorie der Dampfturbinen“ („Revue de Mécanique“, Septemberheft 1903) angegeben hat.

Wir setzen $\alpha = 20^\circ$; $\gamma = 30^\circ$; $\sigma = 0.20$ für Turbinen mit Geschwindigkeitsstufen in Gruppen von zwei Rädern und $\sigma = 0.35$ für vielzellige Turbinen, für welche wir noch annehmen, daß $\frac{2}{3}$ der in der Austrittsgeschwindigkeit noch vorhandenen Energie in den nachfolgenden Laufrädern noch ausgenutzt wird.

		$\lambda = 0.70$	$\lambda = 0.75$	$\lambda = 0.80$
Vielzellige Turbinen mit Druckstufen $\sigma = 0.35$	Gewinn $\left\{ \begin{array}{l} \text{im Rade} \\ \frac{2}{3} \text{ d. Restenergie} \\ \text{im ganzen} \end{array} \right.$	0.700	0.721	0.742
		0.060	0.050	0.041
		0.760	0.771	0.783
Turbinen mit Geschwindigkeitsstufen (2 Räder i. jed. Gruppe) $\sigma = 0.20$	Gewinn $\left\{ \begin{array}{l} \text{im ersten Rade} \\ \text{im zweiten Rade} \\ \text{im ganzen} \end{array} \right.$	0.494	0.508	0.520
		0.060	0.091	0.126
		0.554	0.599	0.646

Der Unterschied ist zwar geringer als im Idealfalle, aber immer noch bedeutend.

Berechnet man für verschiedene Werte σ für die vielzelligen Turbinen und die Turbinen mit Geschwindigkeitsstufen unter der Annahme eines bestimmten Wertes von λ den Wirkungsgrad ρ und trägt man die gefundenen Werte

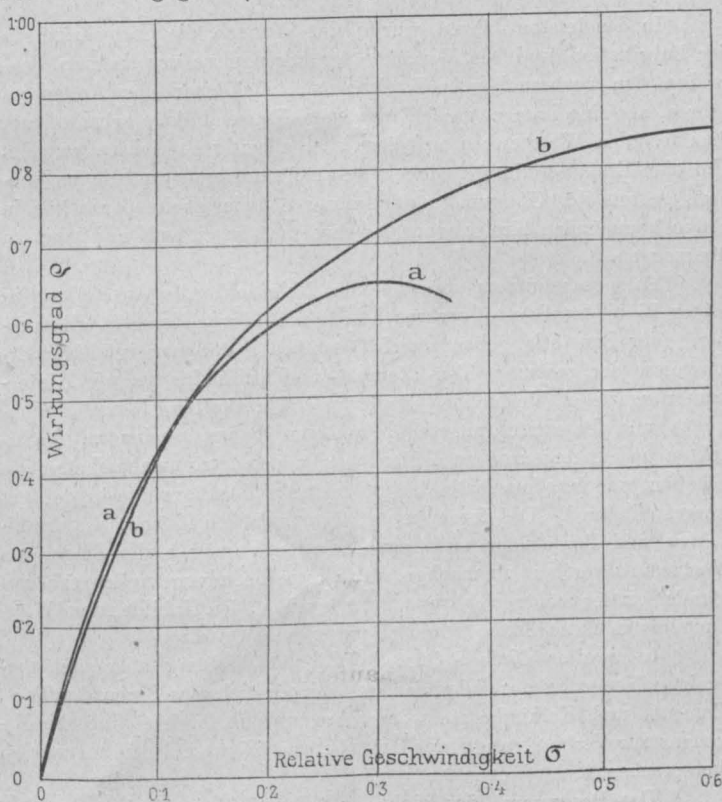


Abb. 2.

von ρ auf, so ergeben sich bestimmte Kurven, die z. B. unter der Annahme von $\lambda = 0.75$ den in Abb. 2 dargestellten Verlauf zeigen.

Die Kurve a entspricht den Turbinen mit Geschwindigkeitsstufen, die Kurve b den vielzelligen Turbinen mit Druckstufen.

Man sieht, daß die Kurve a bis etwa $\sigma = 0.12$ über der Kurve b liegt, von da ab aber von b überholt wird; sowie, daß a bei $\sigma = 0.30$ etwa ihr Maximum erreicht und dann rasch abfällt, während b zu steigen fortfährt.

Hieraus folgt, daß die Turbinen mit Geschwindigkeitsstufen nur für geringe Werte von

$$\sigma = \frac{\text{Umlaufgeschwindigkeit}}{\text{Dampf-Anfangsgeschwindigkeit}}$$

gleichwertig, bzw. vorteilhaft sind.

Ferner folgt hieraus, daß man eine vorhandene mit dem Maximum ihres Wirkungsgrades laufende Turbine mit Geschwindigkeitsstufen dadurch noch erheblich verbessern kann, daß man, alles übrige ungeändert lassend, die beiden Räder jeder Gruppe in Druckstufen an Stelle von Geschwindigkeitsstufen anordnet, indem man eine Zwischenwand und einen gewöhnlichen Leitapparat einschaltet und daß man dann noch die Umlaufgeschwindigkeit der so erhaltenen vielzelligen Druckstufenturbine so weit erhöht, wie die mit der Turbine verbundene Maschine (z. B. Dynamo) es zuläßt, um so das Maximum ihres Wirkungsgrades zu erhalten.

Ist eine Steigerung der Tourenzahl nicht zulässig, so kann man, um σ den gewünschten Wert zu geben, weitere Laufräder hinzufügen, was allerdings die Maschine komplizierter und teurer machen würde.

Es erübrigt noch, den Einfluß der „äußeren Verluste“ (Reibung der Laufräder am ruhenden Dampfe, Undichtigkeitsverluste u. s. w.) zu untersuchen.

Allerdings sind bei den Turbinen mit Geschwindigkeitsstufen diese Verluste geringer; jedoch ändert dieses das Verhältnis der oben angegebenen Werte wenig; da es leicht ist, die gesamten äußeren Verluste bei den vielzelligen Turbinen auf 6 bis 40% zu ermäßigen, was nichts bedeutet gegenüber den 20 bis 45%, um welche die Turbinen mit Geschwindigkeitsstufen gegen die Turbinen mit Druckstufen im Nachteile sind.

Aus dem Gesagten geht demnach hervor, daß die Turbinen mit Geschwindigkeitsstufen, so verführerisch sie wegen ihrer einfachen Konstruktion und der geringeren Umlaufgeschwindigkeit auch sind, gegenüber den vielzelligen Druckstufenturbinen bedeutend im Nachteile sind, so daß man wohl annehmen kann, daß dieses System, auch bei Anwendung von Gruppen zu nur zwei Rädern, für die Mehrzahl der Fälle wohl verlassen werden wird und daß die Druckstufenräder, bei denen in jeder Stufe nur ein Rad läuft, das durchgehends verwendete System der Aktions-Dampfturbinen sein werden.

Die Ton-, Zement- und Kalkindustrie-Ausstellung in Berlin vom 4. bis 21. August 1905.

Von Ingenieur Wilh. Küppers, Südende bei Berlin.

Im Jahre 1865 wurde „der Deutsche Verein für Ton-, Zement- und Kalkindustrie“ ins Leben gerufen, dessen Zweck die technische Vervollkommenung der in ihm vertretenen Industriegruppen sein sollte. Um die gestellten Aufgaben möglichst zu fördern, findet alljährlich im Februar eine dreitägige Versammlung statt, in der durch Vorträge über neue Arbeitsverfahren und Betriebseinrichtungen ein Meinungsaustausch unter den Mitgliedern stattfindet; außerdem findet seit 1881 ein jährlich wiederkehrender Sommerausflug statt, auf dem gut eingerichtete Werke in- oder ausländischer Industriegebiete besichtigt werden.

In den letzten Jahren wurde der Wunsch, die Fortschritte in der Fabrikation und die Vorzüge der Erzeugnisse vor anderen Baustoffen den verbrauchenden Kreisen nachdrücklicher vor Augen zu führen, als eine immer größer werdende Notwendigkeit erkannt, um dem fremden Wettbewerb auf die Dauer allseitig gewachsen zu sein. Um eine Erstaussstellung jedoch mit Erfolg zustande zu bringen, bedarf es stets der Überwindung gewisser Schwierigkeiten, um die in Frage kommenden Kreise von der Zweckmäßigkeit voll und ganz zu überzeugen.

Entsprechend dem vorgesteckten Ziele sollte die Ausstellung in erster Linie den Baustoffverbrauchern ein Bild von der Vervollkommenung der Baustoffe geben durch Vorführung der mannigfaltigen Erzeugnisse der gesamten Ton-, Zement- und Kalkindustrie, wie Hintermauerungsziegel, Verblender, Dachziegel, Terrakotten, Fliesen, Schamotte und Bauausführungsteile, um den Bauunternehmern, Architekten und Ingenieuren zu zeigen, was in den letzten Jahrzehnten geschaffen, und was innerhalb der genannten Industriezweige in der Tat hergestellt wird. Des ferneren verfolgte man den Zweck, die Architekten und Baumeister aufs neue mit den Vorzügen der Ziegel als Verblender vertraut zu machen, welche, wie die unvergänglichen schönen Baudenkmäler früherer Jahrhunderte beweisen, den Unbilden der Witterung bis in ferne Zeiten Stand zu halten vermögen.

In zweiter Linie sollten auf der Ausstellung aber auch diejenigen Neuerungen auf dem Gebiete der Betriebsmaschinen der Ton-, Zement- und Kalkindustrie vorgeführt werden, welche für die Erzeuger zur Verbesserung ihrer Betriebe von Wert sind oder zu werden versprechen.

Das Programm, das sich der äußerst rührige Arbeitsausschuß hiemit gegeben hatte, war sonach ein ziemlich umfangreiches, und

trotz der stets hervorgehobenen Ausstellungsmüdigkeit unter den Industriellen ist der der Ausstellung zur Verfügung gestellte Raum des Instituts für Gärungsgewerbe in der Seestraße bis auf das letzte Plätzchen gefüllt worden, ein Beweis, welchen Wert man in den Kreisen der Fachgenossen auf diese Ausstellung legte. Leider war das Gebäude an Raum zu klein, um alle Ausstellungsobjekte in sich aufzunehmen, und so mußte denn der größte Teil der Aussteller, besonders die Maschinenfabrikanten, ihre Erzeugnisse im Freien aufstellen, was den Nachteil hatte, daß die allgemeine Übersicht beim Betreten der Ausstellung verloren ging. Vom nächsten Jahre ab soll dies jedoch anders werden, denn es ist der Bau einer großen Ausstellungshalle beschlossen worden, in welcher alle während des Jahres stattfindenden Ausstellungen untergebracht werden sollen.

Mit Unrecht pflegt der Laie an sogenannten Fachausstellungen interesselos vorüberzugehen, weil ihr Charakter dem vielfarbig belebten Bilde nicht entspricht, welches sich auch der seriöse Nichtfachmann von einer „Ausstellung“ zu machen gewohnt ist. Und doch, wenn es sich um eine Ausstellung derjenigen Materialien handelt, an deren Hand wir die Kulturgeschichte der Menschheit studieren können, so darf der intelligente Beobachter menschlichen Werde- und Schaffensdranges eine solche Ausstellung nicht mit teilnahmslosem Blick streifen, sondern muß in ihr innerstes Wesen einzudringen suchen, wo es ihm kennenswert erscheint.

Zu den Ausstellungsobjekten nunmehr übergehend, sei als erstes erwähnt, daß sich überaus zahlreiche hervorragende Firmen deutscher Ingenieure, die speziell Projektbearbeitungen und Ausführung von Fabrikanlagen für die Ton-, Zement- und Kalkindustrie vornehmen, an der Ausstellung beteiligt hatten. Unter den 175 Ausstellungsnummern dürften es etwa 37 gewesen sein. Aus dieser Zahl ist es selbstverständlich nur möglich, einige der allerbedeutendsten herauszugreifen. Unter diesen ist zuerst die Firma Wilhelm Eckardt und Wilhelm Hotop, G. m. b. H., Köln-Berlin zu nennen, welche die Ausstellung mit sehr interessanten Photographien solcher Werke beschenkt hatte, deren Anlagen aus ihren Büros herkommen, namentlich große Kalkwerksanlagen mit Drei- und Vierschenkelöfen, die mit mehreren Feuern betrieben werden. Unter diesen Bildern fiel ein großer Kalkschachtofen mit Generator-Gasfeuerung besonders in die Augen, ebenfalls von der Abteilung I der Firma ausgeführt, welche als Spezialität die Wilhelm Eckardtschen Winkelöfen für mehr-

fachen Betrieb konstruiert. Von diesen Öfen befinden sich mehr als 200, unter ihnen die größten Ringöfen der Welt mit einer Tagesleistung von 250 t gebranntem Kalk, in Betrieb. Aus ihrer Abteilung II hatte die Firma bildliche Darstellungen von Tonwerken und Ziegeleianlagen ausgestellt, welche mit Gasringöfen und künstlicher Trockenanlage, System Hotop, und dem Hotopschen Transporteur ausgestattet sind, letzteres ein verbreitetes Transportmittel für frische Ziegel und Tonwaren. Andere Bilder führten das erst neuerdings durch die Firma angelegte große Werk der Marienburger Ziegelei und Tonwarenfabrik Akt.-Ges. in Kalkhof-Marienburg vor, einen Monstrebetrieb, der zum vollkommensten gehört, was bis heute die Fachingenieure erreichen konnten. In ihrer Abteilung Schornsteinbau stellte die Firma einen gemauerten Schornstein mit äußeren Steigeisen und Schutzbügeln aus und gab durch eine große Anzahl Photographien von Schornsteinen einen Überblick über ihre versatile Tätigkeit auf diesem Gebiet. Die Mitte des Ausstellungsraumes nahm das Modell einer Kanaltrockenanlage, des sogen. „Wolf-Dryer,“ ein, und aus besonderer Mappe wurden Interessenten Bauzeichnungen aller Arten von Öfen gezeigt und erklärt. Des ferneren führte die Firma noch eine Anzahl Apparate aus dem Betriebe von Ziegeleien vor; sie verstand es, durch übersichtliche Anordnung wie prägnante Darstellung ihres gesamten Materials das Interesse zu fesseln.

Was die Industrie der Verblendsteine anbelangt, trat hierin das Rathenower Verblendsteinwerk C. G. Matthes & Sohn in Rathenow besonders hervor, an dessen Hand man ein überaus interessantes Studium der Entwicklung jener mittelalterlichen Renaissance vornehmen konnte, die das Bauwesen unserer Jetztzeit sozusagen beherrscht. Seit langen Jahren wird dieses Material bei vielen staatlichen und städtischen Bauten, namentlich Kirchenbauten, sowie auch in den größeren Städten des Nordens, z. B. Hamburg, Kiel, Lübeck, Flensburg u. s. w., verwendet. Dieses Werk ist besonders bemerkenswert, weil es sich seinerzeit einer Mission unterzog, die in unserem modernen Bauwesen einen Umschwung bedeutete. Es war nämlich das erste Werk, welches vor etwa zehn Jahren damit begann, Handstrich-Verblendsteine in dem alten Klosterformat, wie es vor Jahrhunderten fast ausschließlich verarbeitet wurde, herzustellen und die Fabrikation nach vielen Versuchen im großen einzurichten und durchzuführen. Neben Handstrich-Verblend- und Formziegeln im Normal- und Klosterformat waren auch dieselben Fabrikate mit der Maschine hergestellt zu sehen. Glasuren in verschiedenen Ausführungen, Handstrich- und Maschinen-Biberschwänze, echte Mönche und Nonnen, kombinierte Mönch- und Nonnenziegel (Klosterpfannen) vervollständigten die Ausstellung genannter Firma. Der für alle Handstrichfabrikate verarbeitete Ton wird durch Walzwerke und Tonschneider äußerst fein und homogen verarbeitet, um einen Scherben zu erzielen, der den Witterungseinflüssen der Jahrhunderte Trotz bietet. Von ganz besonderem Interesse ist die Anfertigung aller Arten von Formsteinen, Terrakotten und Glasursteinen nach Art der mittelalterlichen Erzeugnisse, von denen die Ausstellung einige ganz hervorragende Spezimina darbot. Auf Verlangen geschieht diese Anfertigung unter Anwendung derselben Technik, wie sie im Mittelalter ausgeführt wurde, indem die Formsteine und Terrakotten aus dem halbtrockenen Tonklotze herausgeschnitten werden. Die modernen Glasuren, welche die Firma hierbei anwendet, zeigen häufig die dunkelgrüne ungleichmäßige Farbe, wie sie das Mittelalter auch bei Kirchen- und Rathausbauten in reizvoller Wirkung aufweist.

In der Kunst der Dachbedeckung zeigte die Ausstellung deutlich die mannigfachen Fortschritte der letzten Jahre. Neben den rohen Handstrichziegeln aus gewöhnlichem Ton fanden sich alle Arten von Strang-, Hohl-, Falzdach- und Muldenfalzziegeln sowie Terrakotta-, glasierte und Verblendziegel aus Ton wie Zement in allen natürlichen und künstlichen Farben. Die verschiedenen Ziegelformen und ihre Befestigungen an glatten oder verzierten Dächern, Turmaufbauten u. s. w. zeigten mehrere mit großer Sorgfalt ausgeführte Modelle. Dieser Gruppe gliederten sich die feuerfesten Ziegel- und Schamottesteine an, deren Verwendbarkeit zu Bedachungen, Ofenanlagen und Flurplatten teils an Modellen, teils an natürlichen Aufbauten vorgeführt wurde. Was Neuerungen auf dem Gebiete der Ziegeleimaschinen betrifft, so ist davon später die Rede.

Die mannigfache Verwendbarkeit der Kalk- und Zementprodukte im Baufach lernte man an mehreren Decken- und Treppenanlagen sowie Wandbauten kennen. Da war z. B. die Prüsssche Patentwand der Firma Prüsssche Patentwände G. m. b. H., Berlin, in einer Länge von 8 m bei 4 m Höhe, zwischen zwei Holzstielen frei gespannt, gegenüber einer veralteten Steinkonstruktion. Ein modernes Arbeiterwohnhaus zeigte als freitragende Massivwand eine Konstruktion Sittig, in Zement und Eisen, 6½ und 12 cm stark, sowie als Trennungswand und geputzte Außenwand Kokosfaser-Gipsdielenwände 4 und 5 cm stark. Letztere Konstruktion war an einer Stelle einfach, an anderer Stelle doppelt mit dazwischen liegendem Hohlraum angeordnet. Ein ähnliches Material, Gips mit Kokosfasern, fand sich an anderer Stelle für Deckenkonstruktion verwendet. Die Firma Visintini & Weingärtner, Ing.-Bureau, Dresden-Blasewitz, zeigte eine Decke aus Betoneisengitterträger, System Visintini, deren Tragfähigkeit an Modellen veranschaulicht war.

In ähnlicher Weise wurde eine Kohnnetzbindeerdecke mit Steineisenbalken und ein Bauwerk aus Kalksandsteinen des Vereins der Kalksandsteinfabriken E. V. Charlottenburg vorgeführt, bei welchem die Steine mit 140 kg/cm² belastet waren, entsprechend der von den Vereinsmitgliedern garantierten Mindestfestigkeit. Die Vorurteile, die sich in Baukreisen noch immer gegen Kalksteinfabrikate geltend machen, sollten durch diese Vorfürhungen widerlegt werden. Obwohl die Belastung der vier Steine, auf denen die ganze Last ruhte, recht nett veranschaulicht war, wäre doch zu diesem Zwecke eine größere Bevorzugung dieser Branche wünschenswert gewesen, da das eine mit 140 kg/cm² belastete Bauwerk schwerlich geeignet war, die mannigfache Verwendbarkeit des Kalksandsteins genügend zu illustrieren. Nach den ausgestellten maschinellen Einrichtungen für diese Branche zu urteilen, steht dieser Industrie noch eine große Zukunft bevor, wenn es gelingt, die Vorurteile durch Tatsachen zu entkräften. Stegzementdielen für feuerfeste Decken und Treppenaufbauten führten die praktische Anwendung von Zementbeton im Hausbau vor, während für Stallungen eine aus Sand und Zement hergestellte automatische Selbsttränke mit Wasserversorgung der Deutschen Apparate-Bau-Ges. m. b. H. Charlottenburg sehr interessierte. Die Selbsttränke ist für alle Tiergattungen konstruiert und wird in die Pferde- und Rindviehgrappe mit Wasserversorgung eingebaut.

In würdiger Weise war auch die Mosaikindustrie vertreten, wenn auch einige Hauptfirmen der Ausstellung ferngeblieben waren. Die Erzeugnisse verrieten durch ihre Sorgfältigkeit in der Auswahl von Dessins und Farben die Reife der künstlerischen Bestrebungen. In erster Linie sind hier zu nennen die Marienberger Mosaikplattenfabrik, Marienberg i. S., und Vereinigte Servais-Werke A.-G., Ehrang (Rheinland). Bei den ausgestellten Mosaikplatten fiel zunächst die völlige Eigenart der hochmodernen Dessins in die Augen, die in verschiedenen Plattensorten vorlagen; sie verrieten in erster Reihe das erfolgreiche Bestreben, sich von den bis zur Ermüdung wiederholten Vorwürfen der Altvorderen zu emanzipieren. Ganz besonders erfreute bei diesen Mosaikplatten die außerordentliche Farbenreinheit und Farbenfrische, welche aus jeder einzelnen dieser technischen Musterleistungen ein Gemälde von harmonischer Farbenwirkung schafft. Mit welchem Raffinement diese Dinge hergestellt sind, kann eigentlich nur der Fachmann beurteilen, der mit Bewunderung aus dem leuchtenden Farbenkaleidoskop eine technische Methode erkennt, deren Hauptaufgabe in einer vollkommenen und stilgerechten Wiedergabe aller Schönheiten des Dessins besteht.

Beim aufmerksamen Mustern der verschiedenen keramischen Erzeugnisse, welche die Ausstellung bot, konnte man bemerken, daß in der Ton- und Zementindustrie auch die Farbe eine sehr bedeutende Rolle spielt. Es waren denn auch eine Anzahl von Farbenfabriken mit ihren Erzeugnissen auf der Ausstellung vertreten, unter denen die von Ortloff & Keilbar, Leipzig, mit einer Auswahl ihrer garantiert reinen Dauerfarben für sämtliche Zweige der Zementindustrie besonders hervortraten. Praktisch illustriert waren diese Farbeigenschaften an einer Anzahl von der Firma gezeigter Gegenstände, in welchen dieselben überaus charakteristisch zutage treten; in erster Linie zeigten Zementfliesen, in welcher Schönheit dieser Artikel als Massenprodukt hergestellt werden kann (denn es handelte sich hier nicht etwa um eigens für Ausstellungszwecke mit mehr als üblicher

Sorgfalt angefertigte Sachen), sodann auch Zementziegel, welche in der bisherigen Weise durch Aufsieben glasiert sind, und „kaltglasierte“, letztere durch die von Ortloff & Keilbar nach längeren eingehenden Versuchen soeben in die Praxis eingeführte Kaltglasur, von welcher man der Industrie in Fachkreisen bedeutende Vorteile verspricht.

Eine interessante Gruppe bot der Stand der Tonwerke Ludwigsberg bei Moschin in Posen, bei welchem ein Patentverfahren zur Herstellung reinfarbiger Ziegel in ausführlicher Weise gezeigt wurde. Dieses Verfahren setzt jede Ziegelei in den Stand, auch wenn der Ton noch so salz- oder gipshaltig ist, mit einem geringen Kostenaufwande reinfarbige Ziegel zu fabrizieren. Das Verfahren beruht auf dem Prinzip, den aus der Presse tretenden Tonstrang auf der Oberfläche gleichmäßig mit einem Farbüberzug zu versehen. Derselbe hat die Eigenschaft, einmal getrocknet, normalen Kondensationen im Ofen zu widerstehen. Das Verfahren ist nicht nur für Verblend- und Formsteine, sondern mit gleichen Erfolgen für die Erzielung reiner Brandfarben bei Dach- und Falzziegeln geeignet, wie dies eine reichhaltige Musterkollektion eingehend veranschaulichte. Die Zuführung der dickflüssigen Brühe erfolgt aus einem höher gelegenen Behälter.

Weitgehendes Interesse fanden die Produkte der Dörritpatent-Verwertungs-Gesellschaft Groß-Lichterfelde bei Berlin, ein patentiertes Material zur Herstellung von Belägen für Straßen, Stallungen, Trottoirs u. s. w., wovon die ausgestellten Probeplatten und Bruchstücke ein Bild gaben. Während sie im Aussehen dem Gußasphalt ähneln und auch einige Eigenschaften, z. B. Geräuschlosigkeit, mit demselben gemein haben, sind andere seiner Charaktereigentümlichkeiten denen des Asphalts gerade entgegengesetzt. Das Material wird nämlich in der Sonne nie weich und, infolge der stets rauhen Oberfläche, bei Feuchtigkeit nie glatt. Druckfestigkeit (600 kg/cm^2) und Zugfestigkeit (za. 80 kg/cm^2) sind bemerkenswert hoch und lassen es daher vor der Kritik der Baufachindustrie bestehen. In landwirtschaftlichen Kreisen von Süd- und Mitteldeutschland wird dasselbe mit Vorliebe verwendet, weil es keimfrei und bodenwarm ist und von Säuren, Laugen und Jauchen nicht angegriffen wird. Auch in Brauerei- und ähnlichen Betrieben sowie als Trottoir- und Fahrbahnbelag ist es seit mehreren Jahren erprobt worden, und da sich aus der Dörritmasse, je nach der verschiedenartigen Zusammensetzung, auch Steine, Platten, Quadern und Röhren zusammensetzen lassen, so dürften sich diese Produkte mit der Zeit zu einer eigenartigen und wertvollen Industrie herausarbeiten.

Maschinen und Apparate.

Auf diesen Gebieten war außerordentlich viel ausgestellt, nicht nur allein aus Deutschland, sondern auch vom Auslande. Man gewann den Eindruck, daß die gewaltigen Maschinen, wie Kollergänge, Mühlen, Ziegeleimaschinen, Lokomobilen u. s. w., gegen die übrigen Ausstellungsobjekte etwas zu sehr hervortraten, ein Übelstand, dem sich bei einer derartigen Spezialausstellung wohl schlecht oder gar nicht abhelfen läßt.

Ein hervorragendes Interesse erregten die Maschinen und Apparate für die chemische Industrie der Deutschen Ton- und Steinzeugwerke Akt.-Ges. Charlottenburg. Bekanntlich hat sich in den letzten Jahren ein ganz neuer Zweig in der Fabrikation von säurefesten Tonwaren entwickelt, nämlich die Herstellung von chemischen Maschinen, deren mit Säure in Berührung kommenden Teile völlig aus Ton bestehen. Begnügte man sich früher mit der Herstellung von Tongegenständen als solche, wie Töpfe, Türme, Filter u. s. w., so bedarf die chemische Industrie jetzt auch solcher Apparate, die, in Verbindung mit Eisenteilen, mechanische Arbeit im Dienste der Säurefabrikation zu leisten haben. Hieher gehören die Exhaustoren, Plungerpumpen, Zentrifugalpumpen, Druck- und Vakuumpumpen und automatischen Montejus. Beim Anblick drängte sich dem Nichtfachmanne die Meinung auf, die ausgestellten Maschinen und Apparate seien vollständig aus Ton gefertigt, wogegen dieselben nur mit solchem umkleidet sind. Durch diese Anordnung ist ein Anfressen der Metallteile durch die Säure wirksam verhütet. Es ist einleuchtend, daß die Herstellung derartiger Maschinen und Apparate viele Mühen verursachen, ehe die heutige Vollkommenheit erreicht war, und daß zu deren Bau weitestgehende Erfahrungen nicht nur auf dem Gebiete der Keramik, sondern auch in bezug auf die genauere Kenntnis der

chemischen Verfahren erforderlich sind. Hauptbedingung bei allen diesen Apparaten infolge der mechanischen Tätigkeit ist die exakte Schleifarbeit, und bearbeitet daher genannte Firma die in Frage kommenden Teile, wie Kolben der Plungerpumpen, Schutzhülsen an den Stopfbüchsen der Exhaustoren und Zentrifugalpumpen, die Zylinder Teile in den automatischen Montejus, Sicherheitsventile aus Ton u. s. w., mit ihrem Präzisionsschleifverfahren. Diese exakte Ausführung ist nicht nur zur Dichtung der einzelnen Apparateile erforderlich, sondern durch dieselbe wird auch die Zuverlässigkeit der Apparate im Gebrauch und ihr geringer Kraftaufwand bedingt. Neben Druckbirnen, Kühlschlangen, Pyramide, Flügelrad von 800 mm Durchmesser, Zentrifugalpumpe, Siegfried-Exhaustor u. s. w. waren noch Hähne von 18 cm l. Weite, Ventile, ein Drehschieber für Waschleitungen zur Fabrikation rauchlosen Pulvers von diesem unverwüsthlichen Material zu sehen, dessen Verwendungsfähigkeit noch lange nicht mit oben genannten Zwecken erschöpft ist.

Die Skodawerke Akt.-Ges. in Pilsen führten eine neue Strangfalzziegelmaschine mit Parallelschneckensystem und Rückführapparat zur Herstellung aller Arten Strangfalzziegel im Betriebe vor, und erregte dieselbe durch ihre große Leistungsfähigkeit das Interesse der Fachleute. Das Parallelschneckensystem gewährleistet eine gleichmäßige und rasche Vorwärtsbewegung des Materials bei geringer Reibung, und wird hiedurch ein reiner strukturfreier Strang erzielt, der in den meisten Fällen ohne Bewässerung durch das Mundstück läuft. Einen besonderen Vorteil bietet der Rückführapparat, welcher die Abfälle vom Schneideapparat auffängt und in den rückwärtigen Teil der Ziegelmaschine zurückbefördert, durch die vollkommene Reinlichkeit unter und um den Schneideapparat. Das Wegräumen der Abfälle von Hand fällt hiebei fort, und wird infolgedessen ein Arbeiter gespart. Die Maschine hat die ungewöhnlich große Leistungsfähigkeit von 1000 Stück Ziegel pro Stunde.

Eine andere ausländische Firma Gebrüder Bühler, Uzwil in der Schweiz, hatte eine Mischkollieranlage ausgestellt, welche zur Vorführung ihren Antrieb mittels Lokomobile erhielt. Die Anlage besteht in der Kombination eines freistehenden Kollerganges mit einer Schneckenpresse. Diese übereinander angeordnete Maschinenkombination bildet für sich allein die maschinelle Einrichtung einer Ziegelei, indem sie zugleich die Aufbereitung und die Verformung des Tones besorgt. Der direkt der Grube entnommene Ton wird dem obersten Läuferbett aufgegeben, und tritt aus dem Mundstück der Presse der fertige Strang heraus. Eine Reibungskupplung gestattet die separate Ausrückung von Kollergang und Presse für sich oder beider Maschinen zusammen. Die Höhe der Maschine beträgt vom Fußboden aus je nach der Maschinengröße 2.6–5.9 m.

Für das Gebiet der Maschinenziegel von Bedeutung war eine Neuerung der Gl. Antvorskow Ziegelei, Slagelse in Dänemark, die in einem Verfahren besteht, die Oberflächen von Ziegelsteinen mit Berauhungen oder Mustern zu versehen. Die angesehensten Architekten haben das Problem gestellt, die großen Vorteile der modernen Technik zu bewahren, aber die Glätte der Oberflächen zu entfernen, da die glatten Oberflächen den Putz nicht so gut festhalten, als dies bei den rauhen Flächen der handgestrichenen Ziegel der Fall ist. Allgemein herrschte die Annahme, daß die Glätte der Ansichtsflächen von dem Maschinenziegel unzertrennlich sei. Diesem Übelstand dürfte nun durch dieses neue Verfahren abgeholfen sein; die auf den Schanflächen hergestellten Muster bilden entweder zick-zack- oder schlangenförmige Rillen oder Vertiefungen, die teilweise unterschritten sind, so daß der Mörtel von allen Seiten festgehalten wird.

Von den Gelsenkirchener Gußstahlwerken war eine Nockenwalzanlage neuester Konstruktion für Ziegelpressen ausgestellt. Die hier zur Anwendung kommende Konstruktion besteht in der Hauptsache nach in großen, auf die Welle montierten Nocken, durch die ein wirksames Erfassen des Ziegelmateri als in der Welle erreicht wird. Bei fettem und schlüpfrigem Material zeigte sich vielfach der Übelstand, daß die Walzen nicht imstande sind, das ihnen zur Verarbeitung übergebene Material gleichmäßig zu erfassen; derselbe Übelstand entsteht, wenn zu große und zu harte sowie mit Steinen durchsetzte Stücke zur Aufgabe gelangen. Das Material tanzt auf den Walzen herum, häuft sich hiedurch im Einwurfstrichter an, was eine erhebliche Verminderung der Arbeitsleistung der Walzwerke als auch

der Ziegelpressen im Gefolge hat. Die Wirkungsweise dieses neuen Wellenwalzwerkes mit Einzugsvorrichtung ist derart, daß das mittels Schaufel oder Kippwagen in den Aufgabetrichter eingeworfene Material von den über der Walzoberfläche hervorragenden Einzugskörpern (Nocken oder Nasen) erfaßt, wodurch es an die gegenüberliegende Walze gedrückt und von letzterer sofort eingezogen und zerkleinert wird. Ein Nachstoßen erübrigt sich. Die Walzen lassen sich trotz der Einzugskörper ganz eng aneinander stellen, denn diese versenken sich in gegenüberliegende Schlitzte. Das Walzwerk liefert daher bei erhöhter Leistungsfähigkeit mit nur einer Operation ein Feinwalzenprodukt, zu welchem Zwecke bisher stets zwei Walzwerke, ein Brechwalzwerk und ein Glattwalzwerk, erforderlich waren. Das Walzenmaterial besteht aus bestem Spezialhartstahl. Die Ausstellung dieser Firma umfaßte außerdem noch eine Kugelmühle mit stetiger Ein- und Austragung und einen Steinbrecher.

Einen bedeutenden Platz nahmen die Maschinen der Sächsischen Turbinenbau- und Maschinenfabrik vormals A. Kuhnert & Co. in Meissen ein, denn es waren ausgestellt 1 Aufbereitungs- und Steinaussonderungswalzwerk, 1 Idealwalzwerk mit Schleifapparat zum Selbstabschleifen der Mäntel, 1 Abschnideapparat mit bewässerten Blechschuppen und eine Ziegelpresse mit stehendem Tonvorschnneider und liegendem Schneckenzyllinder. Die Hauptleistungen des Aufbereitungs- und Steinaussonderungswalzwerkes bestehen darin, die gröberen Steine aus dem Tone mechanisch auszusondern, die kleineren zu zermahlen und den Ton zur weiteren Verarbeitung aufzuschließen. Es ist also die erste Maschine, die bei der Verarbeitung des Rohtones in Frage kommt. Die weitere Verarbeitung besorgt das Idealfeinwalzwerk, dessen Eigentümlichkeit darin besteht, daß die Walzmäntel sich nicht nur drehen, sondern auch in horizontaler Richtung hin und her bewegen, was ein vollständiges Verreiben des Tones herbeiführt, eine Arbeit, die deshalb notwendig ist, weil, wenn Kalk in starken Stücken in den Produkten vorkommt, er diese später sprengt.

Maschinen mit riesigen Abmessungen zeigten die Firmen Friedrich Krupp Akt.-Ges. Grusonwerk, Magdeburg-Buckau, G. Polysius, Maschinenfabrik in Dessau, Maschinenfabrik und Mühlenbauanstalt G. Luther, Akt.-Ges. Braunschweig, und die Maschinenfabrik Rhein und Salm, Gauhe, Gockel & Co. Oberlahnstein a. Rhein.

Letztere Firma hatte eine große Anzahl Maschinen für Mörtel und Beton ausgestellt. Eine Neuerung bildete eine fahrbare Betonmörtelmaschine mit doppeltem Beschickungshebeapparat, doppelter selbsttätiger Wasserabmessung und aufmontiertem Benzinmotor nebst Vorlege mit einer Leistungsfähigkeit von 30–40 m³ stündlich.

In den letzten Jahren ist den Gries- oder Rohrmühlen für die Feinermahlung von Zementrohsteinen, Klinker, Schwerspat, Gips und dergleichen durch die neu in Erscheinung getretene Pendelmühle eine erhebliche Konkurrenz erwachsen. In verschiedenen Konstruktionen war diese Maschine bei Krupp und Polysius vertreten, deren Unterschiede hauptsächlich in der Aufhängung des Pendels bestehen. Hinsichtlich des Kraftverbrauches scheinen die Pendelmühlen den Rohr- und Griesmühlen (Kugelmühlen) einen Vorteil voraus zu haben, denn durch große Vergleichsmahlungen, die im Oktober 1903 in der größten rheinischen Zementfabrik angestellt wurden, ist ein Resultat zugunsten der Pendelmühle festgestellt worden.

Das Gebiet der Maschinen zur Herstellung von Mauersteinen umfaßte ein ganzes Heer, es war hierin eine Überzahl von Neuerungen vertreten.

Eine Maschine, die den Vorteil des Handbetriebes besitzt und deshalb für Maurermeister und ländliche Besitzer geeignet ist, war die Zement-Mauersteinmaschine „Rega“ von Edgar Mass in Regenwalde (Pommern). Sie eignet sich sowohl für Hohlsteine wie auch für Vollsteine und arbeitet äußerst billig, da 1900 Hohl-Zementsteine für M 13-50 und 1000 Zement-Vollsteine für M 15-50 mit der Maschine angeschafft werden können.

Eine andere zweckentsprechende Maschine dieser Art war die von der Arena-Compagnie, Radebeul-Dresden, die maschinell gestampfte Hohl- und Vollsteine jeden Formates liefert.

Schließlich fehlten auch auf der Ausstellung die Seilbahnen zur Förderung der Materialien aus den Brüchen, Fabrik- und Feldebahnen mit Muldenkippragen und Kasten- oder Karrentransportgeräten aller Art ebensowenig wie die feuerungssparende Lokomobile, die Gasmotoren und die Pumpen (Mamutpumpenanlagen verschiedener Hoch- und Niederdruck-Zentrifugalpumpen) zur Förderung von Gebrauchswasser in Ziegeleien, Tongruben, Zementfabriken u. s. w.

Zur Berechnung der Rippenbalken aus Eisenbeton.

Der Redaktion sind die folgenden Schreiben zugekommen:

In Nr. 46 hat Prof. Ramisch zur unmittelbaren Bestimmung der erforderlichen Nutzhöhe der Plattenbalken Beziehungen entwickelt, welche für die Beanspruchungen $\sigma_a = 1200$ für Eisen und $\sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$ für Beton Geltung haben. Die Formeln berücksichtigen schon das Eigengewicht der Platte sowohl wie der Rippen, wobei die Breitenabmessungen der letzteren aus den Schubkräften, bezw. aus den zulässigen Scherspannungen des Betons abgeleitet sind (Formel 2). Abgesehen davon, daß dieser Bedingung sehr häufig nicht genügt werden kann, weil die Breitenabmessungen der Rippen mehr von der konstruktiven Anordnung als von statischen Rücksichten bestimmt werden, gewährt die Bestimmung von h aus der aufgestellten quadratischen Gleichung für die Praxis kaum einen Vorteil; denn sie bietet wenig Übersicht und ist rechnerisch verhältnismäßig umständlich. Außerdem benötigt man eine Vorberechnung, um zu erkennen, daß die Nulllinie im Steg liegt. Es dürfte daher die altbekannte Beziehung

$$h = a \cdot \sqrt{M} \quad *) \quad \dots \dots \dots 1)$$

viel rascher zum Ziele führen, wenn auch ein Teil des Eigengewichtes (die Rippen) vorläufig noch unbekannt ist.

Es läßt sich nämlich jeder Rippenquerschnitt eines Eisenbetonbalkens genau in derselben Weise wie ein homogener Rechtecksquerschnitt, der jenem umschrieben ist, berechnen, wobei die zulässigen Biegebeanspruchungen nach der Formel

$$k = \frac{M}{\frac{1}{6} b h^2} \quad \dots \dots \dots 2)$$

aus den zulässigen Beanspruchungen des Eisens auf Zug und des

Betons auf Druck und der relativen Plattendicke ermittelt werden können und sonach bestimmt sind (Beton und Eisen, 1904, III und V, Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1905, II). Aus Gleichung 2), entsteht die Beziehung 1), sobald die Breite b konstant angenommen wird, z. B. 1 m; man kann hierin noch weiter gehen, indem man M als Funktion der gleichmäßig verteilten Belastung q auf das m² ausdrückt. Es entsteht der Zusammenhang

$$h = a' \cdot l \sqrt{q} \quad \dots \dots \dots 3).$$

a und a' hängen nur von den zulässigen σ_a und σ_b ab, so lange die neutrale Linie in der Platte liegt, und außerdem von der Plattendicke, sobald die Nulllinie durch den Steg geht. Jedem Faktor a , bezw. a' , entspricht eine bestimmte Eisenmenge.

Wird die Plattendicke mit $d = p \cdot h$, die Lage der Nulllinie vom Druckrande mit $x = n \cdot h$, der erforderliche Zugeisenquerschnitt mit $f_e = p \cdot b \cdot h$ bezeichnet, so erhält man für einige zulässige Beanspruchungen folgende Tabelle, wenn M in mt auf 1 m Breite ausgedrückt wird:

σ_a	σ_b	n	Platten sowie Rippenbalken mit $d > n \cdot h$		Rippenbalken $d < n \cdot h$ (Nulllinie in der Rippe)	
			a	p	a	p
1200	40	$\frac{1}{3}$	13.0	$\frac{1}{180}$	$\frac{5}{(1-p) \cdot \sqrt{p}}$	$\frac{p(2-3p)}{60}$
	30	$\frac{3}{11}$	16.4	$\frac{1}{293}$	$5 \cdot \sqrt{\frac{8}{p(6-14p+\frac{22}{3}p^2)}}$	$\frac{p(6-11p)}{240}$
	20	$\frac{1}{5}$	23.2	$\frac{1}{600}$	$5 \cdot \sqrt{\frac{6}{p(3-9p+5p^2)}}$	$\frac{p(6-15p)}{360}$

*) Enthalten unter anderen in Christophe „Le béton armé“ und in Wayß & Freytag „Der Betoneisenbau“ 1902.

Die Werte a bei den Rippenbalken wachsen, die Werte p fallen viel stärker mit abnehmendem Verhältnisse n . Es ist leicht, für die verschiedenen p die zugehörigen a und p auszurechnen. Zur Erläuterung der Tabelle dienen folgende Beispiele:

1. Die zulässigen Beanspruchungen seien $\sigma_e = 1200$ und $\sigma_b = 30 \text{ kg/cm}^2$; die Platte sei $d = 10 \text{ cm}$ dick, die Auflast betrage 400 kg/m^2 ; die Spannweite des freiaufliegenden Rippenbalkens sei 8 m .

Eigengewicht der Platte $0.1 \cdot 2.4 = 0.24 \text{ t/m}^2$

" " Rippe 0.11 " (Schätzung)

Auflast des Balkens 0.40 "

Belastung 0.75 t/m^2 .

Moment $M = \frac{0.75 \cdot 8^2}{8} = 6.0 \text{ mt}$ auf 1 m Breite.

Nach Tabelle ist $h = 16.4 \cdot \sqrt{6.0} = 40.2 \text{ cm}$.

Abstand der Nulllinie $x = \frac{3}{11} \cdot 40.2 = 11.0 \text{ cm}$.

Da $x > d$, gilt die Rechnung nicht streng, doch ist der Fehler minimal. Der erforderliche Eisenquerschnitt ist

$$f_e = \frac{1}{293} \cdot 100 \cdot 40.2 = 13.4 \text{ cm}^2 \text{ auf } 1 \text{ m Breite.}$$

2. Dieselben Annahmen wie unter 1., doch mit $d = 5 \text{ cm}$; das Gesamtmoment sei wie früher $M = 6.0 \text{ mt}$.

$p = \frac{d}{h} = \frac{5}{40.2} = 0.12$; da aber h größer als früher sein wird, rechnen wir mit $p = 0.10$; es ist dann

$$a = 5 \cdot \sqrt{\frac{8}{0.1(6 - 14 \cdot 0.1 + \frac{22}{3} \cdot 0.1^2)}} = 20.7;$$

daher $h = 20.7 \cdot \sqrt{6.0} = 50.7 \text{ cm}$.

Die Wahl von p war also ungefähr richtig. Der Eisenquerschnitt beträgt $f_e = p \cdot b \cdot h$.

$$p = \frac{0.1(6 - 11 \cdot 0.1)}{240} = 0.00204,$$

also $f_e = 0.00204 \cdot 100 \cdot 50.7 = 10.4 \text{ cm}^2$ auf 1 m Breite.

Die nicht vollständig zutreffende Annahme von p ist auf die Abmessungen des Rippenbalkens ohne großen Einfluß. Die Wahl eines zu kleinen p erhöht die Betonpressungen nur unwesentlich; die Eisenpressungen werden fast gar nicht berührt, und diese sind ja wohl die Hauptsache.

Die das Eigengewicht berücksichtigende direkte Formel zur Bestimmung der Nutzhöhe dürfte daher bloß bei den gewöhnlichen Platten einige Vorteile bieten, da bei diesen das ganze Eigengewicht unbekannt ist.*) Außerdem ist beim rechteckigen Querschnitte eine Berechnung auf Abscherung in der Regel nicht erforderlich, während beim Rippenbalken die Schubarmierung von größter Wichtigkeit ist. Hierzu ist aber auch die Kenntnis des angenäherten Eigengewichtes erforderlich.

Kassel, am 20. November 1905.

Dr. R. Saliger.

* * *

Die Auflösung der quadratischen Gleichung läßt sich mit Nachprüfung durch den Rechenschieber in wenigen Minuten machen, und weil man h sofort findet, so ist doch eine besondere Übersicht nicht

erforderlich, höchstens kann es sich noch um die Betonspannung in der Gleichung handeln, welche man verringern kann, um die Nulllinie in den Steg zu leiten, doch ist dies nicht nötig. Sollte die Rippenbreite b_1 den vermeintlichen konstruktiven Anordnungen nicht genügen, so verringere man b , was gestattet ist, weil h unabhängig davon ist, und man erhält sie so schwach wie man will. Doch müßte man dann auch vom wirtschaftlichen Standpunkte aus d verkleinern. Unstatthaft ist es jedoch, so zu rechnen wie Herr Dr. Saliger; es ist nicht erlaubt, d beliebig zu verändern, um die Nulllinie in den Steg zu bringen und damit $d = 10 \text{ cm}$ auf $d = 5 \text{ cm}$ herabzusetzen. Für beide Fälle ist übrigens die Rippenentfernung von 1 m zu klein; weiter nimmt der Praktiker d niemals unter 6 cm , wofür die Rippenentfernung mindestens 1.5 m genommen werden könnte, also für $d = 10 \text{ cm}$ noch länger. Warum im zweiten Falle für $d = 5 \text{ cm}$ Herr Saliger das Rippengewicht vergrößert, ist mir unverständlich, jedoch nebensächlich. Im übrigen habe ich mich nach den ministeriellen Bestimmungen gerichtet, muß jedoch betonen, daß die gestattete Schubspannung im Verhältnisse zur Druckspannung des Betons viel zu klein ist. Bedeutend vergrößern wollte ich die Schubspannung im Auflager auch nicht, denn Bestimmtes liegt hierfür nicht vor, und würde sie überschritten, so nützen die aufgebogenen oder sonstigen Eisen auch nichts, wie man sich auf kinematischem Wege überzeugen kann, da gegebenenfalls der Beton durch das Eisen hingeleitet.

Unter keinen Umständen würde ich mit Rücksicht auf die Schlußbemerkung, Seite 634, die Schubspannung im Auflager größer wählen, wie sie genommen wurde, falls die zulässige nur 4.5 kg für das cm^2 beträgt.

Da im übrigen Herr Dr. Saliger zweimal mit Schätzung rechnet, so ist die ministerielle Berechnungsweise vorzuziehen, welche auch schätzt. Daß bei Platten die Schubspannung keine Rolle spielt, habe ich in Nr. 11, 1905, nachgewiesen, ebenso die Wichtigkeit derselben bei Rippenbalken betont; anders verhielt sich Herr Dr. Saliger am Anfange obiger Erwiderung.

Man kann übrigens viel schneller Platten mit Rücksicht auf Eigengewicht berechnen, als Herr Dr. Saliger meint, wie folgt: Ist L die Stützweite der Platte in m , h die Nutzhöhe in cm , q die Belastung für das m^2 , und nimmt man höchstens 2 cm zur Einbettung des Eisens, so ist

$$h = \frac{8 \cdot L^2}{35} \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \frac{35}{96} \cdot \frac{(q + 50)}{L^2}}\right).$$

Die wirkliche Höhe der Platte ist dann $H = (h + 2) \text{ cm}$, doch ist gestattet, statt 2 eine kleinere Zahl zu nehmen. Hierbei sind $\sigma_e = 1000 \text{ kg}$ und $\sigma_b = 40 \text{ kg}$, beide für cm^2 .

Nennen wir F_b den Nutzquerschnitt, d. h. ist b die Breite der Platte, so ist $F_b = b \cdot h$, und es ergibt sich der Querschnitt der Eiseneinlage:

$$F_e = \frac{F_b}{133}.$$

Die Platte ist als freiliegend angenommen, und ähnliche Formeln lassen sich ableiten, wenn die Platte beiderseits eingeklemmt oder sonst wie angeordnet ist.

Breslau, am 29. November 1905.

Ramisch.

Zur Wiener Staub- und Schmutzfrage.

Der Redaktion sind die folgenden Schreiben zugekommen:

Herr Dr. Fritz v. Emperger schreibt in Nr. 50 der „Zeitschrift“ 1. J. in einem Aufsatz, betitelt „Zur Wiener Staub- und Schmutzplage“, mit Bezug auf einen Aufsatz des Gefertigten in Nr. 25 1. J.:

„Fassen wir kurz das Gesagte zusammen, so ergibt sich folgendes:

Vorschlag Bartack:

Umwandlung der Kalkschotterstraßen in Pflasterstraßen. Kosten 86 Millionen Kronen, Zeitdauer der Herstellung nach dem jetzigen Tempo mindestens 45 Jahre, das nicht wesentlich beschleunigt werden kann. Inzwischen weitere Fortwurstel mit den Kalkschotterstraßen. Schließlich Erhöhung der Kosten der Straßenerhaltung um K 2 pro Kopf der Einwohner.“

*) Siehe des Verfassers Buch „Der Eisenbeton in Theorie und Konstruktion“, Verlag Kröner in Stuttgart, Seite 46.

Der Schlußsatz: „Schließlich Erhöhung der Kosten . . .“ ist unrichtig.

In dem angeführten Aufsatz in Nr. 25 steht vielmehr, daß eine Erhöhung der jährlichen Belastung um K 2 pro Kopf der Bevölkerung nur dann platzgreifen würde, wenn die 4.7 Millionen m^2 Schotterstraßenfläche auf einmal, das heißt sofort gepflastert würden, daß diese Auspflasterung hingegen dann, wenn man eine Erhöhung der Belastung vermeiden will, eine Zeitdauer von 45 Jahren erfordern würde.

Wien, am 16. Dezember 1905.

H. Bartack.

* * *

Die vorliegende Zuschrift ist insofern berechtigt als ich, und nicht Herr Bartack, die Möglichkeit einer sofortigen Durchführung um diesen Preis bestritt.

Wien, am 18. Dezember 1905.

Dr. Ing. F. v. Emperger.

Vereins-Angelegenheiten.

Fachgruppe der Maschinen-Ingenieure.

Bericht über die Versammlung vom 14. November 1905.

Der Vorsitzende begrüßt die Erschienenen und eröffnet die Versammlung mit einigen Mitteilungen bezüglich der nächsten Fachgruppenversammlung, welche nicht am 28. November sondern am 30. November im großen Saale stattfinden wird; weiters betreffs der Einladung seitens der Fachgruppe der Berg- und Hüttenmänner, an ihren Versammlungen teilzunehmen; ferner bezüglich des Fragekastens und der weiteren Vortragsabende, worauf die Neuwahl eines Mitgliedes in den ständigen Wettbewerbsausschuß vorgenommen wird. Auf Vorschlag des Herrn Ober-Ingenieur Bernstein wird das abtretende Mitglied dieses Ausschusses, Herr Direktor-Stellvertreter Wenzel Hantschke, unter allgemeinem Beifalle einstimmig wiedergewählt. Herr Hantschke dankt mit kurzen Worten für die Wahl, die er anzunehmen sich bereit erklärt.

Hierauf erteilt der Obmann dem Herrn Ingenieur Artur Budau, a. ö. Professor an der Technischen Hochschule in Wien, das Wort zu dem angekündigten Vortrage: „Mitteilungen vom X. internationalen Schiffahrtskongresse, die Elektrizitätswerke von Paderno, Vizzola und Trezzo“.

Der Vortragende gibt eine Schilderung der Eröffnungsfeierlichkeit im geräumigen Scalatheater in Mailand. Der Kongreß wurde durch Se. Majestät den König Viktor Emanuel II. im Beisein Seiner erlauchten Gemahlin Königin Elena eröffnet. Der Bürgermeister von Mailand, Senator Ponti, begrüßte die erschienenen Kongreßmitglieder, ebenso der Präsident des Kongresses, Senator Colombo, der eine längere Ansprache hielt. Am Nachmittage begannen die Kongreßsitzungen in der Villa Reale, einem dem Könige von Italien gehörigen, mitten in Mailand gelegenen Lustschlosse, welches für die Zwecke des Kongresses adaptiert worden war.

Die Kongreßsitzungen wurden in zwei Abteilungen, deren erste sich mit der Binnenschiffahrt und deren zweite sich mit der Seeschiffahrt beschäftigte, abgehalten. Da die Sitzungen gleichzeitig stattfanden, konnte man nur den Sitzungen der einen oder der anderen Abteilung beiwohnen. Herr Professor Budau entschied sich für die Binnenschiffahrt. Es waren vier Fragen zur Diskussion gestellt:

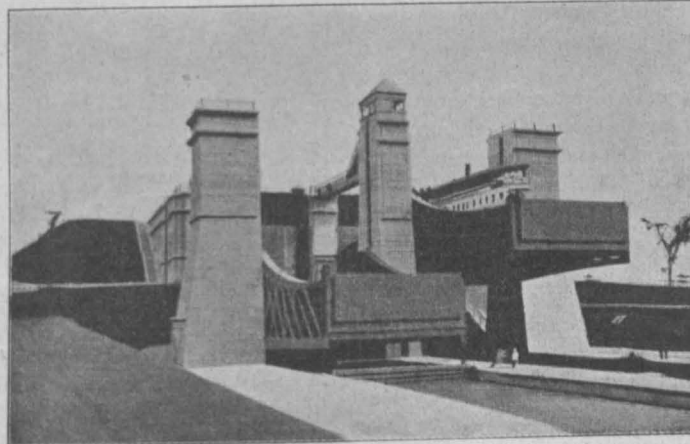
1. Der Wert und die Einrichtung gemischter Transporte, das heißt mittels Eisenbahnen und Wasserstraßen.
2. Einfluß der Zerstörung der Wälder und der Trockenlegung der Sümpfe auf den Lauf und die Wasserverhältnisse der Flüsse.
3. Die Systeme, die zum Ausgleich der großen Höhenunterschiede zwischen den Kanalhaltungen geeignet sind.
4. Entwicklung der Binnenschiffahrt mit Schiffen geringen Tiefganges, ihre Bauart und Triebapparate.

Der Vortragende schildert bloß die auf dem Kongresse zutage getretenen Ansichten über die dritte Frage, da der Inhalt der übrigen Maschinen-Ingenieuren zu fern gelegen ist.

Im ganzen sind zu dieser dritten Frage elf Berichte eingelaufen, die von verschiedenen, auf diesem Gebiete erfahrenen Fachmännern dem Kongresse eingesendet und den Kongreßmitgliedern in sämtlichen vier Kongreßsprachen gedruckt zur Verfügung gestellt worden waren. Zu diesen elf Berichten kommt noch ein zwölfter Generalbericht, welcher den Inhalt sämtlicher Berichte resumiert und von Herrn Ingenieur G. Gragnola verfaßt worden ist. Da jedoch die Mehrheit der Kongreßmitglieder mit den Schlußfolgerungen dieses Generalberichtes nicht ganz einverstanden war, so wurde eine Abänderung derselben beantragt und auch durchgesetzt.

Der Vortragende bespricht die einzelnen Berichte an der Hand von Lichtbildern in derselben Reihenfolge, wie sie in den Kongreßakten angeführt sind. Diese Berichte sind verfaßt von den Herren: H. Genard, Ober-Ingenieur und Direktor für Brücken- und Wegebau in Brüssel, Lefebvre, Ober-Ingenieur für Brücken- und Wegebau in Brüssel, B. Gerdau, Ober-Ingenieur der Maschinenfabrik Haniel & Lueg in Düsseldorf, Herman'n, Ober-Baurat der Dortmund-Ems-Kanalverwaltung in Münster, und A. Prüssmann, Regierungs- und Baurat, zugeteilt der kaiserl. deutschen Botschaft in Wien, A. de Bovet, Geschäftsführer der „Société générale de Touage et Remorquage“ zu Paris, Vernon-Harcourt, M. Inst. C. E., für Großbritannien, M. Girola für Italien, A. Schromm, Hofrat und Binnenschiffahrts-Inspektor im Handelsministerium in Wien, A. Smrček, Professor für Wasserbau an der böhm. Technischen Hochschule in Brünn, Wouter Cool, Ingenieur des städtischen Bauamtes in Rotterdam und C. E. W. van Panhuys, Ingenieur vom Waterstaat in Hoorn (Holland), Th. Symons Lieutenant Colonel Corps of Engineers U. S. Army.

Herr Ober-Ingenieur Genard tritt rückhaltlos für senkrechte hydraulische (Plunger-) Hebewerke ein und spricht seine Überzeugung dahin aus, daß die geneigten Ebenen, selbst wenn man damit schneller und sicherer die Beförderung von Schiffen höheren Tonnengehaltes bewirken kann, was aber noch nicht erwiesen ist, immer Apparate mit zahlreichen beweglichen Einzelteilen sein werden, die bedeutende Unterhaltungskosten und eine strenge Überwachung erfordern. Der Vortragende erläutert den Bericht des Herrn Genard durch Vorführung von Lichtbildern, welche die seit 18 Jahren in Betrieb befindlichen, zur Hebung von 300 t Schiffen erbauten Kolbenhebewerke von Les Fontinettes und La Louvière darstellen, erwähnt, daß in La Louvière die Fundierung zu knapp bemessen wurde (6 kg Belastung auf 1 cm² Bodenfläche), infolge dessen



durch Setzung des Fundamentes eine Betriebsstörung verursacht wurde, was dieses System diskreditiert und zur Erfindung des Schlagwortes von der Gefährlichkeit der konzentrierten Lasten geführt hat. Heute wird man durch die in La Louvière gemachten Erfahrungen gewiß nur Bodenbelastungen von 2 kg/cm² anwenden, welche Belastung bei Wolkenkratzern in Chicago eine sichere Fundierung weitaus größerer Lasten, als es ein gefüllter Schiffstrog ist, anstandslos ermöglicht hat. Der Vortragende führt auch im Lichtbilde das erst im Juli vorigen Jahres fertiggestellte größte bisher erbaute Schiffshebewerk von Peterborough vor, welches Schiffe von 1000 t auf 19 m Höhe hebt, ohne einer Dampfmaschinenanlage zu bedürfen, und erwähnt, daß dieses Kolbenhebewerk eingehender im (elften) Berichte des Herrn Symons beschrieben ist, dem auch die beistehende Abbildung entnommen wurde.

Herr Ober-Ingenieur Lefebvre ist ein Anhänger von Kammer-schleusen und gibt in seinem Berichte eine Beschreibung der von ihm beim Umbau des Kanals von Charleroi ausgeführten Kammer-schleusen mit Sparbecken, durch welche $\frac{2}{3}$ des zur Schleusenfüllung benötigten Kanalwassers gespart werden können. Im Falle von Wassermangel, das ist also in unserem Falle des Donau-Oder-Kanals, gedenkt Herr Lefebvre das letzte Drittel mittels von Dynamos angetriebener Zentrifugalpumpen wieder in die obere Haltung zurückzupumpen. Bei Anwendung von $4\frac{1}{2}$ m hohen Schleusen erfordert die Überwindung einer Gefällsstufe von 36 m einen Arbeitsaufwand von 250 PS, wenn sämtliches zur Speisung der Schleusen nötige Wasser aus der untersten in die oberste Haltung zurückgepumpt werden muß. Bei Anwendung von Schleusen von etwa 7–8 m Höhe beträgt dieser Arbeitsverbrauch nach einer Berechnung des Vortragenden 480 PS, ist also nur zirka

ein Drittel desjenigen, welchen eine Schiffseisenbahn, wie sie auf dem Wiener Wettbewerbe des vorigen Jahres mit dem ersten Preise ausgezeichnet wurde, erfordert.

Herr Ober-Ingenieur Gerdau tritt hingegen für geneigte Ebenen ein. Sein Bericht deckt sich mit dem Inhalte des Vortrages, welchen genannter Herr in unserer Fachgruppe am 21. Februar l. J. gehalten hat. Es werden darin die 3 Systeme: Schleusentreppe, geneigte Ebene mit Gewichtsausgleich mittels Gelenkkette und Schiffseisenbahn mit elektrischer Ausgleichung verglichen und die Betriebskosten hierfür ausgerechnet. Sie betragen für die Schleusentreppe von 36 m Höhe an Personal und Betriebskraftauslagen, wenn sämtliches zur Speisung und Schleusung erforderliche Wasser aus der untersten in die oberste Haltung gepumpt werden muß, M 18 pro Stunde; für die geneigte Ebene M 7 pro Stunde, wobei eine Betriebsmaschine von 250 PS arbeiten muß; für die Schiffseisenbahn M 28 pro Stunde, wobei eine Betriebsmaschine von mindestens 1000 PS tätig sein muß.

Der Vortragende erwähnt, daß er diese Ziffern nachgerechnet und nicht übertrieben gefunden habe. Ein senkrechtes Kolbenhebewerk hat aber noch weitaus geringere Betriebskosten und stellt sich, namentlich bei Hintereinanderanordnung der einzelnen Hebeträge, auch in den Baukosten weitaus billiger als jedes der vorgenannten Systeme. An einem Diagramme versucht der Vortragende nachzuweisen, daß eine Schiffseisenbahn unter allen Mitteln zur Beförderung von Massengütern, die größten Betriebskosten aufweisen wird. Auch zeigt der Vortragende durch eine kurze Betrachtung, daß die Leistungsfähigkeit der geneigten Ebene und der Schiffseisenbahn beschränkt ist und durch die Leistungsfähigkeit der Schleusentreppen und senkrechten Hebewerke übertroffen werden kann.

Die Herren Hermann und Prüssmann unterziehen sämtliche Hebewerke einer eingehenden Untersuchung in Bezug auf Schleusungsdauer, Leistungsfähigkeit, Reisegeschwindigkeit und günstigste Hubhöhe und kommen zu dem Schlusse, daß auch für Überwindung hoher Gefälle einer Schleusenanlage der Vorzug vor den genannten mechanischen Hebewerken einzuräumen sei. Die Erfüllung der Hauptbedingungen für einen wirtschaftlich angelegten Kanal: große Leistungsfähigkeit, billige Güterbewegung und Betriebssicherheit, werden durch eine Schleusenanlage leichter, sparsamer und zuverlässiger erreicht. Nur in besonderen, durch örtliche Verhältnisse gegebenen Fällen (und das ist unser Donau-Oder-Kanal), etwa bei sehr steilen, nicht zu umgehenden Abhängen von felsigem Untergrunde, dann aber unter Verzichtleistung auf die Vorteile der Schleusen, würden mechanische Hebewerke und in erster Linie Querebenen und Schwimmerhebewerke in Betracht kommen können.

Die Herren A. de Bovet und A. Schromm schildern in ihren Berichten die auf dem Wiener Wettbewerbe aufgetauchten Hebewerkprojekte; während Herr de Bovet die geneigte Ebene als das am besten entsprechende System bezeichnet, bemerkt Herr Hofrat Schromm, daß Wert auf die probeweise Ausführung eines derartigen Hebewerkes gelegt werden müsse, an welchem die Wirtschaftlichkeit, die Betriebssicherheit und die Leistungsfähigkeit beurteilt werden können, da der Erfahrung allein ein endgültiges Urteil zuerkannt werden muß.

Herr Francis Vernon-Harcourt findet, daß die Wahl eines Hebewerkssystems von der Natur des zu übersetzenden Geländes abhängig gemacht werden müsse.

Herr A. Smrček untersucht sämtliche Hebewerke in Bezug auf Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit und kommt zu dem Schlusse, daß Schleusen und Schleusentreppen das sicherste, wirtschaftlichste und leistungsfähigste Mittel zur Überwindung selbst ganz bedeutender Höhenunterschiede bilden, so lange das nötige Betriebswasser ohne unerschwingliche Kosten der Scheitelhaltung zugeführt werden kann. Bei Wassermangel bildet das senkrechte Kolbenhebewerk einen in Bezug auf Leistungsfähigkeit gleichwertigen Ersatz der Kammer-schleuse.

Die Herren Wouter Cool und Jonkheer van Panhuys bringen in ihrem Berichte die Beschreibung einer Taucherschleuse von riesigen Abmessungen, die eine Schleusungshöhe von 36 m bei einmaliger Aus- und Einfahrt des Schiffes überwindet.

Herr M. Girola untersucht den Arbeitsverbrauch von geneigten Ebenen und Schiffseisenbahnen und kommt zu dem — wie der Vor-

tragende durch eine kleine Rechnung zeigt — ganz selbstverständlichen Schlusse, daß Quer- und Längsbahnen mit Gewichtsausgleich kleinere Förderarbeiten zur Überwindung gleich hoher Gefällsstufen erfordern als Schiffseisenbahnen mit großer Neigung.

Herr Th. Symons erzählt in seinem Berichte, daß man in Amerika auch in die Lage gekommen ist, sich über die Vor- und Nachteile von Schiffshebewerken gegenüber Schleusentreppen Rechenschaft ablegen zu müssen; in einem Falle (bei Vergrößerung des Erie-Kanales) hat man sich für Schleusen entschieden, während in einem zweiten Falle (Trent-Kanal in Kanada) ein Kolbenhebewerk von größten Abmessungen zur Ausführung gelangte. Der Bericht gibt eine Beschreibung dieses bei Peterborough im Juli vorigen Jahres in Betrieb gesetzten Hebewerkes (s. Abb.) und erwähnt, daß die Ausführung eines zweiten solchen Hebewerkes geplant, auch vielleicht bereits in Angriff genommen sei.

Herr Grugnola bemüht sich in seinem Generalberichte die vorstehend angeführten, voneinander sehr abweichenden Meinungen zusammenzufassen und schlägt den Kongreßmitgliedern einen Beschlußantrag vor, der sich nur unwesentlich von dem unterscheidet, welcher seinerzeit auf dem Düsseldorfer Kongresse in dieser Frage ausgesprochen worden ist. Soviel Redner in Erfahrung bringen konnte, hat eine Einigung der Kongreßmitglieder in dieser Frage nur bezüglich des ersten und dritten Absatzes bisher stattgefunden, welche lauten:

1. „Die Kammer-schleusen bleiben die einfachsten und dauerhaftesten Vorrichtungen zur Überwindung der Gefälle von Kanälen. Die Sparbecken ermöglichen, den Wasserverbrauch der Kammer-schleusen bedeutend zu ermäßigen, ohne die Dauer der Schleusungen zu sehr zu verlängern. Es erscheint angezeigt, die Studien und Versuche, die den Zweck haben, diese Dauer und den Wasserverbrauch zu vermindern, noch mehr zu unterstützen.“

3. „Der Wiener Wettbewerb brachte verschiedene wertvolle Ideen bezüglich der Überwindung großer Gefälle. Der Kongreß legt den größten Wert darauf, daß ein derartiges Hebewerk ausgeführt werde, bei welchem die Wirtschaftlichkeit, die Betriebssicherheit und die Leistungsfähigkeit beurteilt werden können, indem der Erfahrung allein ein endgültiges Urteil zuerkannt werden muß.“*)

„Wenn also“, sagt der Vortragende, „alle Meinungen, die über diese Frage auf dem Mailänder Kongresse aufgetaucht sind, zusammengefaßt werden, so ergibt sich für uns in Österreich mit Rücksicht auf den Donau-Oder-Kanal folgendes:

1. Man kann den Donau-Oder-Kanal mit Schleusen bauen, er wird dann sehr solid, sehr leistungsfähig werden, aber teuer im Baue, und da ein Teil des Betriebswassers wird in die Scheitelhaltung gepumpt werden müssen, teuer im Betriebe.

2. Man kann den Donau-Oder-Kanal mit senkrechten hydraulischen Hebewerken bauen, er wird dann solid, sehr leistungsfähig, billiger im Betriebe und billiger im Baue sein als mit Schleusen.

3. Bei Anwendung von geneigten Ebenen am Donau-Oder-Kanale kann — bei zweckmäßiger Auswahl des Systems — Solidität erzielt werden. Die Baukosten werden bei Querbahnen höhere sein als bei Längsbahnen. Über die Betriebskosten und über die Leistungsfähigkeit sind die Meinungen so sehr voneinander abweichend, daß ein sicheres Urteil derzeit nicht abgegeben werden kann.

4. Endlich bei Anwendung von Schiffseisenbahnen wird der Kanal nicht solid, sehr wenig leistungsfähig sein und die größten Bau- und Betriebskosten erfordern.

Aus den Beschlüssen des Kongresses läßt sich mit voller Bestimmtheit die Entscheidung, ob für den Donau-Oder-Kanal Schleusen oder Hebewerke angezeigt sind, nicht herausfinden, und noch weniger, welches Hebewerkssystem für denselben das geeignetste sei. Wir Maschineningenieure und die österreichischen Maschinenfabriken sollten aber doch dahin zu wirken trachten, daß sich das schwankende Zünglein der Wage auf Seite der Hebewerke neige, denn wir brauchen Arbeit — viel Arbeit.

Herr Hofrat Schromm schließt seinen Bericht mit den Worten: „Österreich weist mit berechtigtem Stolz

*) „Mitteilungen des Zentralvereines für Fluß- und Kanalschiffahrt in Österreich“ Jahrg. 1905, Nr. 42, Seite 1250.

auf seine allen übrigen Staaten auch heute noch als Musterdienende erste Gebirgsbahn hin. Hoffentlich wird Österreich auch ebenso bahnbrechend sein im Baue von Gebirgskanälen! — Nun, meine Herren, ich wünsche, daß dieses „hoffentlich“ zur Wahrheit werden möge! Damit dieses Ziel erreicht werde, ist es aber notwendig, daß die österreichischen Ingenieure etwas mehr Zutrauen zu sich selbst haben! Von den drei Eigenschaften, die einen Ingenieur ausmachen, nämlich die künstlerische, die wissenschaftliche und die geschäftliche, soll die letztere hervortreten, damit ein geschäftlich richtiger, wirtschaftlicher Kanal erbaut werde, aber nicht um mit den Hebewerken ein Geschäft zu machen. Dann, glaube ich, werden die Worte des Hofrates Schromm schon wahr werden. Ich habe volles Zutrauen, daß jene Herren, welchen eine Entscheidung in dieser so verwickelten Frage obliegt, welche Frage durch das Votum des Wiener Preisgerichtes nur noch verwickelter geworden ist, ihre Entscheidung in einem die Ehre des österreichischen Ingenieurstandes wahren Sinne fällen werden!“

„Während der Tagung des Kongresses“, fährt der Vortragende fort, „wurden Ausflüge veranstaltet und von einer großen Zahl von Kongreßteilnehmern, unter anderem die großen Elektrizitätswerke von Paderno, Vizzola und Trezzo besichtigt“. Der Vortragende

beschreibt diese Elektrizitätswerke unter Vorführung zahlreicher Lichtbilder und macht über dieselben interessante Mitteilungen. „Bei einem Besuche der Technischen Hochschule in Mailand“, erzählt der Vortragende, „war ich erstaunt, in derselben ein geräumiges, vollkommen ausgestattetes Versuchslaboratorium für Elektrotechnik, Dampfmaschinen-, Pumpen- und Turbinenbau vorzufinden. Noch mehr wuchs mein Erstaunen, als ich vernahm, daß die Mittel zur Errichtung dieses Laboratoriums (450.000 Lire) von einem Mailänder Bürger, Herrn Carlo Erba, der Technischen Hochschule testiert wurden, und daß ein anderer Mailänder Bürger, Herr Loria, die Zinsen von 500.000 Lire zur Bestreitung der laufenden Auslagen des Laboratoriums der Technischen Hochschule gewidmet hat.“

Der Vortragende dankt zum Schlusse jenen, die ihm durch Mitteilungen und Überlassung von Zeichnungen behilflich waren, und dankt ferner den Versammelten für die seinem Vortrage geschenkte Aufmerksamkeit.

Lebhafter Beifall folgt den interessanten Ausführungen, für welche der Vorsitzende Herrn Professor Budau bestens dankt.

Schluß der Versammlung nach 8½ Uhr abends.

Der Obmann:

W. Hantschke.

Der Schriftführer:

Kühnelt.

Vermischtes.

Personal-Nachrichten.

Der Verwaltungsrat der Österr. Nordwest- und Südnorddeutschen Verbindungsbahn hat den Chef der Sektion für Verkehr und kommerziellen Dienst, Herrn Leopold Porias, zum General-Inspektor ernannt.

† Max Fleischer, Architekt, k. k. Baurat in Wien (Mitglied seit 1870, lebenslängliches Mitglied), ist am 19. d. M. im 65. Lebensjahre gestorben.

Offene Stellen.

106. Bei dem Bürgermeisteramte Bielitz (Österr.-Schlesien) gelangt die Stelle eines Ingenieur-Adjunkten mit dem Jahresgehalte von K 2200, einer jährlichen Aktivitätszulage von K 520 und dem Anspruche auf zwei Quadriennien von je K 200 zur Besetzung. Bewerber mit mehrjähriger Praxis können in der Eigenschaft eines Stadtgenieurs mit dem Jahresgehalte von K 2800, einer jährlichen Aktivitätszulage von K 650 und dem Anspruche auf zwei Quadriennien von je K 200 angestellt werden. Gesuche mit dem Nachweise der Absolvierung der Bauingenieur- oder Hochbauabteilung an einer Technischen Hochschule des In- oder Auslandes sind bis 15. Jänner 1906 beim dortigen Bürgermeisteramte einzureichen. Näheres im Anzeigenblatte.

Vergebung von Arbeiten und Lieferungen.

1. Der Bezirksarmenrat in Gloggnitz vergibt im Offertwege die Arbeiten für die Erbauung eines Bezirks-Waisenhauses im veranschlagten Kostenbetrage von K 47.500. Anbote sind bis 31. Dezember l. J., nachmittags 5 Uhr, beim dortigen Bezirksamte einzureichen. Pläne, Kostenanschlag und Bedingungen liegen in der Kanzlei des Bezirksarmenrates in Gloggnitz zur Einsicht auf.

2. Für den Ausbau des Kabelnetzes der Wiener städtischen Elektrizitätswerke im Jahre 1906 gelangen nachstehende Arbeiten im veranschlagten Gesamtkostenbetrage von K 800.000 im Offertwege zur Vergebung: a) Kabellieferungs- und Montagearbeiten (Vadium K 50.000); b) Erd- und Pflasterungsarbeiten mit Ausnahme der Arbeiten an geräuschlosem Pflaster (Vadium K 10.000); c) Wiederherstellungen am Asphaltpflaster (Vadium K 600). Anbote sind bis 8. Jänner 1906 vormittags beim Magistrat Wien einzubringen, u. zw. für a) bis 9½ Uhr, für b) bis 10½ Uhr und für c) bis 11½ Uhr. Die allgemeinen und besonderen Bedingungen liegen bei der Direktion der städtischen Elektrizitätswerke zur Einsicht auf und sind daselbst zum Preise von K 20 für die Ausschreibung a) und von K 2 für die Ausschreibung b) und c) erhältlich.

3. Vergebung der Arbeiten und Lieferungen für den Neubau des Bezirksgerichtsgebäudes mit Gefängnis und des Steueramtes in Tannwald im veranschlagten Kostenbetrage von K 225.000. Anbote sind bis 8. Jänner 1906, mittags 12 Uhr, beim k. k. Kreisgerichtspräsidium in Reichenberg einzubringen. Projektpläne und sonstige Behelfe liegen beim k. k. Bezirksgerichte in Tannwald zur Einsicht auf.

4. Wegen Vergebung der Installation und Ausbeutung eines Telephonnetzes in Tortosa (Provinz Tarragona), u. zw. auf höchstens 20 Jahre, findet am 18. Jänner 1906 eine Offertverhandlung

statt. Anbote sind bis spätestens 13. Jänner an die Dirección General de Correos y Telégrafos in Madrid zu richten. Die zu erlegende Kautions betragt Peset. 200. Ein diese Ausschreibung enthaltender Ausschnitt der „Gaceta de Madrid“ liegt beim k. k. österr. Handelsmuseum in Wien zur Einsicht auf.

5. Wegen Vergebung des Baues und der Ausbeutung einer Markthalle in Cadix auf 20 Jahre findet am 15. Jänner 1906 eine Offertverhandlung statt. Anbote sind bis 14. Jänner an das Ayuntamiento Constitucional de Cadix zu richten. Der Kostenvoranschlag betragt Peset. 120.296-66, die zu erlegende Kautions Peset. 6014-83. Nähere Angaben sind beim k. k. österr. Handelsmuseum in Wien erhältlich.

6. Wegen Vergebung des Baues des Hauptkanalkopfes an der Mündung in die Save mit Saveuferbefestigung in der Länge von 160 m findet am 15. Jänner 1906 beim Gemeindegerichte in Belgrad (Kanalisationsabteilung, Jugovitzka ulica 1) eine Offertverhandlung statt. Die Offertbedingungen, ferner technische Spezialbedingungen für den Bau und die Lieferung sowie die erforderlichen Drucksorten sind bei der genannten Abteilung gegen Erlag von Frs 5 erhältlich. Die zu erlegende Kautions betragt Frs 18.000. Näheres in der Vereinskantlei.

7. Vergebung der erforderlichen Arbeiten und Lieferungen für den Zubau zum Fabrikationsgebäude bei der Tabakfabrik in Winniki im veranschlagten Gesamtbetrage von K 333.995-77. Anbote sind bis 15. Jänner 1906, mittags 12 Uhr, bei der genannten Tabakfabrik einzureichen. Für die in dem genannten Betrage enthaltene Lieferung von Traversen und Konstruktionseisen im Kostenbetrage von Kronen 38.020-50 werden auch abgesonderte Anbote angenommen. Pläne, Vorausmaß samt Kostenanschlag und Bedingungen können ebenfalls bei der erwähnten Tabakfabrik eingesehen werden. Vadium 5%.

8. Die Direktion der k. serbischen Staatsbahnen in Belgrad vergibt im Offertwege den Bau der Teilstrecke Pracsin—D. Mutnica der Zajecsarer Bahn. Anbote sind bis 15. Jänner 1906, mittags 12 Uhr, einzureichen. Pläne, Typen und Bedingungen können bei der Bauabteilung eingesehen werden und sind dortselbst gegen Erlag von Frs 15 erhältlich. Die zu erlegende Kautions betragt Frs 61.000.

9. Der Bezirksausschuß in Unter-Kralowitz (Böhmen) vergibt im Offertwege den Bau der nachstehenden Bezirksstraßenstrecken: a) von Koschetitz über Buřenitz zu der Vyklaütitzer Grenze, 5307 m lang, im veranschlagten Kostenbetrage von K 45.450 (Vadium K 2300), und b) von Studená über Dunitz nach Horitz, 4774 m lang, im veranschlagten Kostenbetrage von K 51.900 (Vadium K 2600). Anbote sind zu a) bis 20. Jänner 1906, mittags 12 Uhr, zu b) bis 31. Jänner 1906, mittags 12 Uhr, beim genannten Bezirksausschuße einzureichen, bei welchem auch die bezüglichen Offertbehelfe eingesehen werden können.

Druckfehler-Berichtigung.

In Nr. 48 der „Zeitschrift“ im Aufsätze „Beitrag zur Lehre von der Berechnung der Bogenweichen und Geleisverbindungen“ soll es richtig heißen: Seite 654, Spalte 2, Zeile 1 von unten P_{13} statt P_{22} ; Seite 657, Spalte 1, Zeile 10 von oben äußere statt innere; Seite 659, Spalte 2, Zeile 8 von unten p_1 statt p_2 ; Seite 664, Spalte 1, Zeile 4 von unten 17450 statt 1745; endlich auf derselben Seite, Spalte 2, Zeile 21 von unten P_1 statt p_1 .

Geschäftliche Mitteilungen des Vereines.

TAGESORDNUNGEN.

Z. 669 v. 1905.

Samstag den 30. Dezember und Samstag den 6. Jänner (Heil. 3 Könige) findet keine Versammlung statt.

Fachgruppe der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure.

Donnerstag den 4. Jänner 1906.

1. Mitteilungen des Vorsitzenden.
2. Vortrag des Herrn Prof. Dipl. Ing. Josef Melan: „Über neu ausgeführte Betoneisenbrücken, Brücke Chauderon-Montbenon in Lausanne, Polcevera-Brücke in Genua“; mit Vorführung von Lichtbildern.

Fachgruppe für Elektrotechnik.

Verzeichnis der Vortragsabende.

Montag den 8. Jänner 1906.

Vortrag des Herrn Ober-Ingenieur Géza Ullmann: „Mitteilungen über Straßenbahn-Oberbau“.

Montag den 22. Jänner 1906.

Vortrag des Herrn Ingenieur Artur Libesny: „Der Quecksilberdampfumformer für Gleichrichtung von Ein- und Mehrphasenströmen“.

Montag den 5. Februar 1906.

Vortrag des Herrn Ober-Ingenieur Karl Ilgner: „Neuere Ausführungen von elektrischen Fördermaschinen“.

Fachgruppe der Maschinen-Ingenieure.

Verzeichnis der Vortragsabende.

Dienstag den 16. Jänner 1906.

Diskussionsabend.

Dienstag den 30. Jänner 1906.

Vortrag des Herrn Hofrat Prof. Friedrich Kick: „Doktor Böhlers Studien über den Rapid-Stahl“.

Dienstag den 13. Februar 1906.

Vortrag des Herrn Berginspektor Ferdinand Pokorny: „Das Schiffshebewerk und das automatische Stauwehr, System Pokorny“.

Dienstag den 27. Februar 1906

(Fasching-Dienstag) findet keine Fachgruppenversammlung statt.

Dienstag den 13. März 1906.

Vortrag des Herrn Ingenieur Dr. Rudolf Sanzin: „Das Leistungsgebiet der Dampflokomotive“.

Dienstag den 27. März 1906.

Diskussionsabend.

Dienstag den 24. April 1906.

Vortrag des Herrn Dozent Ingenieur Dr. Paul Ludwik: „Technologische Biegeversuche mit geraden und gekrümmten Fluß- und Gußeisenkörpern“.

Im Lesezimmer ist ein Fragekasten angebracht, in welchen Fragezettel maschinentechnischen Inhaltes eingeworfen werden können. Dieser Fragekasten wird 8 Tage vor dem in der „Zeitschrift“ kundgemachten Diskussionsabende vom Ausschusse der Fachgruppe geöffnet, worauf die vorgefundenen Fragen bezüglich ihrer Zulässigkeit, bezw. Nichtzulässigkeit für die Diskussion beurteilt werden. Bei befundener Nichtzulässigkeit ist der Ausschuss nicht verpflichtet hiefür Gründe anzugeben. Die zur Diskussion zugelassenen Fragen werden in der vor dem Diskussionsabende erscheinenden „Zeitschrift“, und zwar ohne Namensnennung, veröffentlicht. Es steht frei, die Fragezettel mit Unterschrift zu versehen oder nicht.

Dieser Nummer liegt das Inhaltsverzeichnis des Jahrganges 1905 bei.

Eigentum und Verlag des Vereines. — Verantwortlicher Redakteur: Konstantin Freih. v. Popp. — Druck von R. Spies & Co. in Wien.

XVI. Bekanntmachung der Vereinsleitung 1905.

Hiemit erlaube ich mir, darauf aufmerksam zu machen, daß nach § 6, Punkt c 1, der Satzungen die Mitgliedsbeiträge für das nächste Jahr am 1. Jänner 1906 fällig werden.

Zur Erleichterung unserer Geschäftsführung beehre ich mich, die Herren Vereinskollegen zur möglichst baldigen Entrichtung der Beiträge höflichst einzuladen.

Der Jahresbeitrag für in Wien wohnende Mitglieder beträgt K 32, für außerhalb Wien wohnende K 24.

Gleichzeitig erlaube ich mir, die Herren Vereinskollegen einzuladen, von den Bestimmungen, betreffend die Ablösung des Mitgliedsbeitrages, Gebrauch zu machen, welche lauten:

Mitglieder	Vereinsangehörigkeit		
	weniger als 25 Jahre (der 15fache Mitgliedsbeitrag)	25 bis 30 Jahre (der 10fache Mitgliedsbeitrag)	mehr als 30 Jahre (der 7½fache Mitgliedsbeitrag)
in Wien wohnend	K 480 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 60	K 320 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 40	K 240 auch in 8 viertel-jährigen Raten zu K 30
außerhalb Wien wohnend	K 360 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 60	K 240 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 40	K 180 auch in 6 viertel-jährigen Raten zu K 30

Wien, 11. Dezember 1905.

Der Vereins-Vorsteher:
Gerstel.

Mitteilung der Redaktion.

Mit Beginn des LVIII. Jahrganges wird der Inhalt unserer „Zeitschrift“ insofern eine Bereicherung erfahren, als die in der Geschäftsordnung vorgesehenen Patentnachrichten zufolge eines Beschlusses des Zeitungsausschusses von nun an allwöchentlich erscheinen werden.

Diese Patentberichte, verfaßt von Herrn Baurat Karl Höller, werden kurze Beschreibungen mit Abbildungen der bemerkenswerten, vom k. k. Patentamte verliehenen Patente bringen, und zwar aus folgenden 18 Klassen: (1) Aufbereitung von Erzen, Mineralien und Brennstoffen, (5) Bergbau, (13) Dampfkessel, (14) Dampfmaschinen, (19) Eisenbahn-, Straßen- und Brückenbau, (24) Feuerungsanlagen, (35) Hebezeuge, (37) Hochbauwesen, (42) Instrumente, (46) Luft- und Gaskraftmaschinen, (47) Maschinenelemente, (49) mechanische Metallbearbeitung, (59) Pumpen, (60) Regulatoren, (84) Wasser- und Grundbau (einschließlich Schiffshebewerke), (85) Wasserleitung, Kanalisation, (87) Werkzeuge, (88) Wind- und Wasserkraftmaschinen.

An die geehrten Abonnenten der „Zeitschrift“!

Wir ersuchen um baldige Erneuerung des Abonnements für das Jahr 1906, damit die Zusendung der „Zeitschrift“ keine Unterbrechung erleide. Die Bezugsbedingungen sind im Anzeigenblatte dieser Nummer angegeben.

Die Administration
der „Zeitschrift des Österr. Ing.- u. Arch.-Vereines“
Wien, I Eschenbachgasse 9.

Einbanddecken

für den Jahrgang 1905 und die früheren Jahrgänge der „Zeitschrift“ in rotbrauner Doppelleinwand mit Goldpressung können durch die Dampf-Buchbinderei H. Scheibe, Wien, III Marxergasse 26, bezogen werden. Der Preis stellt sich einschließlich Verpackung und Porto auf K 1.70. Ein Musterband liegt im Vereine zur Ansicht auf.